Aus der zentralen Aufnahmeabteilung
(Leiter: Prof. Dr. Dr. Dieter Herrmann)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-, Kiefer- und
Gesichtschirurgie des Fachbereichs der Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin

# Untersuchungen zur Frage der Wärmestauung an der Gaumenschleimhaut bei der Prothesenintoleranz

**Dissertation**
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
**Zahnarzt Bernd Buder**
aus Georgsmarienhütte

1974

Aus der zentralen Aufnahmeabteilung
(Leiter: Prof. Dr. Dr. Dieter Herrmann)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-, Kiefer- und
Gesichtschirurgie des Fachbereichs der Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin

# Untersuchungen zur Frage der Wärmestauung an der Gaumenschleimhaut bei der Prothesenintoleranz

**Dissertation**
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
**Zahnarzt Bernd Buder**
aus Georgsmarienhütte

Referent: Prof. Dr. Dr. Dieter Herrmann

Korreferent: Prof. Dr. Karl Eichner

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin

UNIV. LEIDEN BIBL.

Promoviert am 13. 6. 1974

Druck: Der Präsident der Freien Universität Berlin – Zentrale Universitätsdruckerei V aA 4, 1 Berlin 41

Meinen Eltern in Dankbarkeit

gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546512_0011

Übersicht

Seite:

I. EINLEITUNG ..... 5

II. ALLGEMEINER TEIL

1. Prothesenstomatopathie und -intoleranz ... 6
2. Bisherige Untersuchungen und Ergebnisse .. 13
3. Anatomische und physiologische Verhältnisse am Gaumen ..... 17
4. Allgemeine Wärmephysiologie ..... 21
5. Die Hauttemperatur ..... 25
6. Problematik der Temperaturmessungen am Gaumen ..... 28
7. Temperaturen der Gaumenschleimhaut ..... 31
8. Meßmethoden der Hautthermometrie ..... 33

III. SPEZIELLER TEIL

1. Beschreibung der eigenen Meßapparatur .... 36
2. Vorversuche ..... 44
3. Versuchsanordnung und Methode ..... 47
4. Meßergebnisse ..... 52
5. Statistische Auswertung ..... 54

IV. DISKUSSION ..... 61

V. ZUSAMMENFASSUNG ..... 70

VI. LITERATURNACHWEIS ..... 73

VII. ANHANG ..... 78

## I. EINLEITUNG

So alt wie das Problem der Prothesenunverträglichkeit ist auch die Diskussion über ihre möglichen Ursachen.

Als wesentlicher Faktor wird in der deutschsprachigen Literatur immer wieder die Wärmestauung, vor allem unter totalen Oberkieferprothesen, angeführt. Früher waren es die Kautschuk-, heute sind es die Akrylatprothesen, die wegen ihrer geringen Wärmeleitfähigkeit und einer damit verbundenen Thermoisolierung für einen Wärmestau an der Schleimhaut verantwortlich gemacht werden. Dieser soll als Erklärung dienen für mannigfache subjektive Erscheinungen am Gaumen wie z.B. Hitze- und Brennsymptome, die mit und ohne objektivierbare entzündliche Erscheinungen auftreten können. Daß Patienten über ein Brennen klagten, welches z.B. durch Kühlung mit kaltem Wasser gelindert wurde, verstärkte diese Auffassung.

Einige experimentelle Untersuchungen beschäftigten sich mit dem Problem der Wärmestauung unter Kunststoffprothesen; ihre Voraussetzungen und Methoden sind aber so unterschiedlich, daß die Ergebnisse kaum vergleichbar und nicht auf das Krankheitsbild der Prothesenintoleranz anwendbar sind.

Das Ziel dieser Arbeit soll es sein, unter Berücksichtigung der bisherigen Untersuchungsergebnisse zu klären, ob der Wärmestau als exogener Faktor in der Ätiologie der Prothesenintoleranz seine Berechtigung hat.

## II. ALLGEMEINER TEIL

### 1. Prothesenstomatopathie und -intoleranz

Mit der Eingliederung von Zahnersatz greift man künstlich in ein kompliziertes biologisches System ein. Trotz aller Sorgfalt ergeben sich dabei oft sowohl pathologisch-anatomische, als auch psychische Inkorporationsschwierigkeiten (FRÖHLICH, 14; PETERHANS, 33). Die Folge sind Intoleranzerscheinungen mit einer Vielfalt klinischer Erscheinungsformen.

Definitionen (HERRMANN, D., 21)

Unter dem Begriff der Prothesenstomatopathie faßt man die durch das Tragen von Zahnersatz ausgelösten krankhaften Veränderungen an der Mundschleimhaut zusammen, die mit klinisch und/oder histologisch erkennbaren Erscheinungen einhergehen.

Unter der Stomatitis prothetica versteht man heute nur noch die objektiv entzündlichen Veränderungen an der Gaumenschleimhaut. (Sie läßt sich dem Begriff der Prothesenstomatopathie unterordnen.)

Die Prothesenintoleranz bezeichnet die prothesenabhängigen Erscheinungen, die durch rein subjektive Symptome ohne klinische Veränderungen imponieren (siehe II. 1.C.).

Diese Formen müssen nicht isoliert auftreten, es kommen auch Mischformen vor.

Als ursächliche oder auslösende Faktoren kommen in Betracht:

A. Exogene Faktoren

a) Mechanisches Trauma

Traumatische Faktoren entstehen hauptsächlich durch Fehler an der Prothese wie mangelnde Paßgenauigkeit, Artikulations- und Okklusionsfehler, Gummisauger usw. Dadurch werden nicht selten Parafunktionen ausgelöst, die die unphysiologischen Belastungen noch erhöhen. WANNENMACHER (45) stellte bei 10,5 % von 1.248 Prothesenträgern solche Fehler fest. LANGER (28) schreibt, daß 30 % der Prothesenstomatopathie traumatisch bedingt sei. NYQUIST (31) sieht in den traumatischen Faktoren die Hauptursache der Prothesenstomatitis. Diese ständigen Reize können zu Rötung, Schwellung, Ulcerationen, Lappenfibrosen, papillärer Hyperplasie des Gaumens, Schlotterkamm, Karzinom, Saugerperforation usw. führen. An subjektiven Symptomen finden sich häufig Schmerzen, Brennen, Geschmacksirritationen, Änderungen der Speichelsekretion usw.

b) Toxergie und Allergie

An stofflichen Einflüssen werden vor allen Dingen der Methacrylsäuremethylester (Monomer) des Prothesenkunst-

stoffes, aber auch Beschleuniger, Stabilisatoren, Starter, Weichmacher und Pigmente genannt. Auch Reinigungssubstanzen und Salben zur Erleichterung der Eingliederung können in Betracht kommen. In vielen Fällen läßt sich nicht klären, ob die toxische oder die allergische Wirkung im Vordergrund steht (SCHUERMANN, 38), da sie zu dem gleichen Erscheinungsbild, nämlich zu einer auf das Prothesenlager begrenzten Rötung der Schleimhaut und bis zur Bläschenbildung führen kann. Ebenso treten Brennen und Berührungsempfindlichkeit auf. Der zahlenmäßige Anteil toxischer und allergischer Ursachen wird unterschiedlich beschrieben. Er wird zwar grundsätzlich für möglich gehalten, aber in seinem Anteil bei der Entstehung einer Prothesenstomatopathie für außerordentlich gering erachtet (HERRMANN, D., 20; NEILL, 30; LANGER, 28; NYQUIST, 31).

c) Wärmestauung

Der Gedanke, daß die eng anliegende und schlecht wärmeleitende Kunststoffprothese zu einer Aufstauung von Wärme führt, spielt seit langem in der deutschen Literatur eine Rolle.

Schon 1926 wies HENTZE (19) auf dieses Phänomen unter Kautschukplatten hin. Die These wurde von WANNENMACHER (45) aufgegriffen und experimentell bestätigt (siehe II. 2). Auslösend waren für ihn zunächst nur die subjektiven Erscheinungen bei Prothesenträgern, vor allem mit Kunststoff-

prothesen im Oberkiefer, die über ein unangenehmes Wärmegefühl und ein Brennen der Schleimhaut klagten.

Später führte er auch Messungen "bei diffusen Rötungen, verstärkten Epitheldesquamationsraten, verschieden starken Ulcerationen usw." durch und verweist darauf, daß sie nicht ohne weiteres auf chronische Überwärmung zurückgeführt werden können (46).

Auch von anderen Autoren wird die Wärmestauung beschrieben (NYQUIST, 31; LANGER, 28; BÖTTGER, 3; JUNG, F., 25; JUNG und HUPFAUF, 26; FRÖHLICH, 14).

Nachfolgende experimentelle Untersuchungen über Temperaturen unter Kunststoffprothesen konnten bisher keinen Wärmestau nachweisen (VAN THIEL, 43; FUHR und JUNG, 15; VIRTANEN und HOLMBERG, 44; SETZ und OWASSAPIAN, 40).

Der Wärmestau findet in neueren Arbeiten über die Ätiologie der Prothesenstomatopathie immer noch seinen Platz (UHLIG, 42; FRÖHLICH, 14), wird aber auch kritisch beurteilt (GASSER, 16; REITHER, 35; HERRMANN, D., 20).

d) Bakterielle Ursachen

Eine quantitative oder qualitative Veränderung der Mundhöhlenflora ist häufig Ursache einer Entzündung im prothesenbedeckten Schleimhautbereich (LANGER, 28; REITHER, 36; KÜHL, 27). Eine Anhäufung unspezifischer Mundhöhlenbakterien kann ihre Ursache in mangelnder Prothesenhygiene, poriger Prothesenoberfläche, ständigem Tragen oder einer endogenen Disposition haben, während eine qualitative Ver-

änderung zu einer spezifischen Soorinfektion führen kann, und ihre Ursache meist in einer vorausgegangenen Antibiotikatherapie zu finden ist. Die bakterielle Komponente, speziell Candida albicans, wird im anglo-amerikanischen Schrifttum der letzten Jahre als auslösender oder zusätzlicher Faktor bei der Stomatopathia prothetica hervorgehoben ( HERRMANN, D., 20; DAVENPORT, 4; RITCHIE et al., 37; TURRELL, 41).

B. Endogene Faktoren

Die Toleranzbreite der prothesentragenden Schleimhaut kann einmal durch bereits vorhandene Erkrankungen der Mundschleimhaut, zum anderen durch Störungen im Gesamtorganismus herabgesetzt werden (REITHER, 36; LANGER, 28; HERRMANN, D., 20). Erst durch den Reiz der Prothese kommt es in diesem Schleimhautbereich zu Manifestationen spezifischer oder unspezifischer Art. An subjektiven Empfindungen stehen die Brennsymptome im Vordergrund. Der Anteil dieser Gruppe im Gesamtbild der Prothesenstomatopathie wird von LANGER (28) mit 30 bis 35 % beschrieben.

Folgende Faktoren werden angegeben (REITHER, 35; HERRMANN, D., 21):

Blutkrankheiten, z.B. Perniciöse- oder Eisenmangelanämie, Leukämien, hämorrhagische Diathese.

Krankheiten des Verdauungstraktes und der Leber, wobei besonders der anaciden Gastritis und der Leberinsuffizienz besondere Bedeutung beigemessen werden, da sie nicht selten mit resorptiv bedingten, atrophischen Mundschleimhautveränderungen einhergehen.

Avitaminosen, besonders Mangelerscheinungen im Vitamin-B-Komplexbereich, alimentär oder resorptiv bedingt, können zu einer atrophisch-erythematösen Stomatopathie führen.

Kreislaufkrankheiten, z.B. Arteriosklerose und Hypertonie können zu Brennsymptomen ohne objektivierbare Erscheinungen führen.

Hormonelle Einflüsse, besonders im Zusammenhang mit Gravidität, Klimakterium und Menopause werden angegeben, können aber nur selten nachgewiesen werden.

Außerdem werden als schleimhautresistenzmindernd beschrieben: der Diabetes mellitus, der Morbus Sjögren, die Sprue, die Xerostomie und Infektionskrankheiten (REITHER, 35; HERRMANN, D., 21; GASSER, 16).

C. Neuro-psychogene Faktoren (HERRMANN, D., 21)

Neben pathologisch-anatomischen Inkorporationsschwierigkeiten, deren Symptomatik unter den Begriff der Prothesen-

stomatopathie fällt, finden sich auch psychische Eingliederungsprobleme (DOLDER, 6; BALTERS, 2; FINKE, 8), an die man beim Fehlen exogener und endogener Faktoren denken muß. Es kommt zur "psychischen Nichtadaptation" (PETERHANS, 33) und somit zum Erscheinungsbild der Prothesenintoleranz. Die subjektiven Erscheinungen wie Brennen, Hitzegefühl, Schmerzen, Geschmacksirritationen, Würgereiz, Parästhesien usw. stehen im Vordergrund. Bei dem hohen Symbolwert der Zähne und des Mundes gilt diese Region als Projektionszone für psychische Störungen, die ohne Zahnersatz auftreten, oder aber durch diesen ausgelöst oder verstärkt werden können (FREUD, 13; DOLDER, 6; FINKE, 8).

Neurosen: Störungen in der Verarbeitung von Erlebnissen können zu Manifestationen im Oralbereich führen. Häufig sind auch ihre Ursachen in diesem Bereich zu finden.

Psychosen: Insbesondere die Involutionspsychose bei Frauen im sechsten Lebensjahrzehnt kann in der Symptomatik einer Depression zu vielfältigen Mißempfindungen im Munde und zur Prothesenintoleranz führen. Eine früher vorhandene psychische Adaptation kann dabei verlorengehen.

Zerebralsklerosen: Die Arteriosklerose der Hirngefäße kann zu außerordentlich quälenden Mißempfindungen im Munde führen. Häufig ist die psychische Adaptation mangelhaft.

Parafunktionen: Nicht durch lokale Ursachen ausgelöst, sondern als Ausdruck einer übergeordneten funktionellen oder organischen Hirnstörung kommt es zu leicht erkennbaren hyperkinetischen Erscheinungen im Oralbereich, die unter den Begriff des Parkinsonismus fallen, zum Beispiel der "Mümmler".

Die Erkennung und Benandlung dieses Ursachenkomplexes ist schwierig und macht oft eine neurologisch-psychiatrische Zusammenarbeit erforderlich.

## II. 2. Bisherige Untersuchungen und Ergebnisse

Experimentelle Untersuchungen wurden zuerst von WANNENMACHER (45, 46) angestellt. Zunächst waren nur die subjektiven "Brennerscheinungen" die Basis für die Temperaturmessungen, dann wurden auch Messungen bei "diffusen Rötungen, verstärkten Epitheldesquamationsraten" usw. durchgeführt. Er fand bei geschlossenem Mund zwischen Prothese und Schleimhaut Temperaturen von 37 bis 39,7°C, bei einigen sehr auffallenden Mucosa-Alterationen sogar Werte zwischen 39,8 und 40,6°C. Innerhalb von 10 Minuten fand der größte Temperaturanstieg statt, in den folgenden 10 Minuten fanden sich Erhöhungen nur noch um wenige zehntel Grad.

In diesen Beschreibungen fehlen die Angaben einer Bezugstemperatur (Körpertemperatur oder besser die Tempe-

ratur des unbedeckten Gaumens), sowie die Einteilung der Meßwerte nach dem klinischen Bild der prothesentragenden Schleimhaut.

VAN THIEL und KLÖTZER (43) bestimmten die Temperaturverhältnisse am Gaumen; einmal bei jungen Nichtprothesenträgern, zum anderen bei 50 bis 70jährigen Versuchspersonen mit totalen Oberkieferprothesen. Sie stellten sie in Beziehung zur axillar gemessenen Körpertemperatur. Dabei fanden sie im Durchschnitt einen um ca. 0,8 bis 1,4°C kühleren Gaumen.

Bei der Messung der Temperaturverhältnisse am Gaumen vor und nach dem Einsetzen der Prothesen fand sich in 55 % der Fälle eine Temperaturerhöhung bis maximal 1,2°C, in 17 % blieb die Gaumentemperatur konstant und in 27 % der Fälle fand sich eine Abkühlung bis maximal 1,1°C.

Es wird deutlich gemacht, daß der Temperaturerhöhung unter Protnesen durch die Körpertemperatur eine Grenze gesetzt ist.

Folgende Gesichtspunkte sind unberücksichtigt geblieben: Die Mundhaltung der Probanden war in verschiedenen Meßreihen unterschiedlich, somit sind diese nicht vergleichbar.

Die genaue Lokalisierung der Meßpunkte wird vermißt, da an der Schleimhaut des unbedeckten harten Gaumens Temperaturdifferenzen bis zu 2,9°C (FÜHR und JUNG, 15) auftreten und somit die an unterschiedlichen Meßpunkten bestimmten Temperaturdifferenzen von ca. 2°C keine gültige Aussage

über eine protnesenbedingte Temperaturveränderung zulassen.

Die Untersuchungen von FUHR, K. und JUNG, H.D. (15) befaßten sich zunächst mit Temperaturunterschieden an der unbedeckten Gaumenschleimhaut. Sie kamen zu den Ergebnissen, daß zwischen beiden Kieferhälften keine Temperaturkongruenz besteht (Abweichungen bis zu 1,7°C, und daß verschiedene Meßpunkte Temperaturunterschiede bis 2,9°C aufweisen. Als nächstes wurde der Einfluß von Kunststoffplatten auf die Gaumenschleimhaut untersucht. Die Platten bei acht Probanden im Alter von 25 bis 30 Jahren wiesen unterschiedliche Konstruktionsmerkmale auf (Paladon, Paladur; dünn, dick; poliert, unpoliert) und besaßen auf einer Seite eine Aussparung, um an der korrespondierenden Stelle der anderen Seite die Temperatur der unbedeckten Gaumenschleimhaut vergleichend messen zu können.

Diese Art der Vergleichsmessung ist nicht mit der zuvor beschriebenen fehlenden Temperaturkongruenz in Einklang zu bringen. So schreiben denn auch die Verfasser über die Ergebnisse: "Auffallend ist die Schwankung der Absolutwerte, die Unregelmäßigkeiten bei den Differenzmessungen und die Unterschiede zwischen errechneter und gemessener Temperatur, die jede Gesetzmäßigkeit vermissen lassen."

VIRTANEN und HOLMBERG (44) bestimmten die Gaumentemperatur in der Nähe des Austrittspunktes der Arteria palatina bei protnesenbedeckter Schleimhaut und verglichen sie mit der Sublingualtemperatur. 17 Versuchspersonen hatten

eine totale obere Acrylatprothese, fünf davon außerdem noch einen Modellguß aus einer Chromkobaltlegierung. Fünf Patienten hatten unter der Acrylatprothese eine klinisch entzündete Schleimhaut. Die Untersucher fanden in keinem Fall Werte, die die Sublingualtemperatur überschritten und schlossen aus diesem Grund eine Wärmestauung aus. Bei Einnahme von heißen oder kalten Getränken und Speisen wurde festgestellt, daß die Prothesen die Temperaturschwankungen an der Oberfläche der Gaumenschleimhaut ausgleichen. Der Rückgang zur Grundtemperatur vollzieht sich in den ersten Sekunden sehr schnell und nähert sich dann langsam dem Ausgangswert an, den es nach ca. 10 Minuten erreicht.

Der Nachweis, daß die Temperatur des bedeckten Gaumens die Sublingualtemperatur nicht überschreitet, widerlegt noch nicht die Behauptung einer Temperaturerhöhung unter der Prothese gegenüber der unbedeckten Schleimhaut. Die Gaumentemperatur kann mehr als 2°C niedriger sein als die Sublingualtemperatur. Eine eventuelle Temperaturerhöhung um diesen Betrag wurde nicht berücksichtigt.

SETZ und OWASSAPIAN (40) prüften die Abkühlungsdauer der bedeckten und der unbedeckten Gaumenschleimhaut nach künstlicher Überwärmung mit heißen Getränken.

Die Bedeckung der Gaumenschleimhaut mit einer Kunststoffplatte hatte zur Folge, daß die Temperaturerhöhung geringer war, und die Abkühlung langsamer verlief (18 bis

20 min.) als an der unbedeckten Schleimhaut (ca. 15 min.).

Sie kommen zu dem Schluß, daß die geringe Verzögerung von weniger als 5 Minuten auch bei exogen zugeführter Wärme nicht Ursache für das Schleimhautbrennen sein kann, obwohl diese Folgerung nicht unbedingt zwingend ist.

Zusammenfassend kann man sagen, daß eine Wärmestauung unter totalen Oberkieferprothesen bei Prothesenstomatitis und -intoleranz weder von WANNENMACHER (45) exakt nachgewiesen werden konnte, noch von nachfolgenden Untersuchern methodisch einwandfrei widerlegt wurde.

## II. 3. Anatomische und physiologische Verhältnisse am harten Gaumen

Der harte Gaumen (Palatum durum) setzt sich aus den Processus palatini der beiden Maxillen und den Laminae horizontales der Gaumenbeine zusammen. Diese vier Knochenfortsätze werden durch zwei Nähte miteinander verbunden, der Sutura palatina mediana und der Sutura palatina transversa. Dicht hinter den Schneidezähnen liegt im vorderen Abschnitt der Sutura palatina mediana das Foramen incisivum, die Mündung des Canalis incisivus. Eine Sutura incisiva, die vom Foramen incisivum ausgeht und zwischen seitlichem Schneidezahn und Eckzahn hindurchzieht, ist nur bei kindlichen Schädeln zu beobachten, da sie beim Erwachsenen verknöchert ist. Im hinteren Teil des knöchernen Gaumens finden

sich lateral, etwa in der Höhe des zweiten Molaren, die beiden Foramina palatina majora. Foramina palatina minora liegen hier bevorzugt, finden sich aber auch über den gesamten knöchernen Gaumen verteilt (MAHER und SWINDLE, 29).

Der dorsale Rand des harten Gaumens läuft in der mehr oder weniger stark ausgeprägten Spina nasalis posterior aus. Vorn und seitlich wird der knöcherne Gaumen von den Processus alveolares der Maxillen begrenzt.

Die Gaumenschleimhaut besitzt ein starkes Oberhäutchen, bestehend aus vielschichtigem Pflasterepithel, das stellenweise verhornt ist. Die darunterliegende Lamina propria mucosae mit ihrem Papillarkörper besteht aus derbem, fibrillären Bindegewebe, das mit dem Periost des Knochens fest verbunden ist. In ihr liegt ein engmaschiger Gefäßplexus. Dessen Papillen nehmen nach hinten an Zahl und Höhe zu, während sie vorn, besonders in der Raphe in der Umgebung des Foramen incisivum nur in Form von wenigen, kleinen Ausbuchtungen vorhanden sind. Dementsprechend ist die Blutversorgung in den hinteren Abschnitten stärker als in den vorderen.

Die durch die Verwachsung der beiden Gaumenfortsätze im Bereich der Medianlinie entstandene Raphe mediana palatina ist ein besonders derber Bindegewebsstrang. Seitlich davon liegt im anterioren Bereich des Gaumendaches eine fettgewebshaltige aber drüsenfreie Zone, während nach distal die Glandulae palatinae zunehmen.

Die Farbe der Schleimhaut des harten Gaumens ist blaßrosa, was neben der gewöhnlich vorhandenen Verhornung zum großen Teil durch das Fehlen einer von größeren Gefäßen durchsetzten Tela submucosa bedingt ist.

Der harte Gaumen liegt im Versorgungsgebiet der Arteria maxillaris, die sich in der Fossa pterygopalatina in ihre Endäste aufzweigt. Zu diesen zählt die Arteria descendens, die durch den Canalis pterygopalatinus verläuft und durch das Foramen palatinum majus den harten Gaumen als Arteria palatina major erreicht. Oft teilt sie sich vor Erreichen des Foramen in zwei oder mehrere Äste auf. Sie ziehen unter Abgabe von kleineren Arterien vor allem nach vorne, versorgen die palatinale Schleimhaut und entsenden in der Regel die Arteria nasopalatina (incisiva) in den Canalis incisivus zur Nasenhöhle (PERNKOPF, 32). Außerdem sind über den gesamten knöchernen Gaumen wahllos kleine Foramina verteilt, durch die kleine Gefäße in die Schleimhaut führen.

Die Venen überziehen die Gaumenschleimhaut mit einem dichten Geflecht, wobei sie auch die Mittellinie kreuzen. Die größeren Venen liegen im hinteren Teil des harten und im weichen Gaumen oberflächlich. Sie passieren nicht die Foramina palatina majora, sondern ziehen direkt in den weichen Gaumen und von dort in den Rachen (MAHER und SWINDLE, 29).

Den grundsätzlichen Aufbau der terminalen Strombahn, bestehend aus Arteriolen, Kapillaren und Venolen, beschrieb schon MALPIGHI (1661). Die Bedeutung der Endstrombahn

liegt einmal in ihrer Stoffwechselfunktion, zum anderen in ihrer Aufgabe, die Blutmenge in den einzelnen Organen den jeweiligen Erfordernissen anzupassen.

Ihre Regulation kommt durch ein kompliziertes Zusammenspiel von nervösen Impulsen, lokal-chemischen Einwirkungen und von chemischen Stoffen, die über die Blutbahn angreifen, z.B. Adrenalin, zustande. Welcher dieser Faktoren jeweils im Vordergrund steht, muß für jedes Organ gesondert untersucht werden und ist für die Mund- und Gaumenschleimhaut noch nicht eindeutig nachgewiesen (ILLIG, 23).

## II. 4. Allgemeine Wärmephysiologie

Der homoiotherme menschliche Organismus ist in der Lage, seine Innentemperatur in gewissen Grenzen konstant zu halten. Dieses ist möglich durch Veränderung der Wärmebildung und der Wärmeabgabe.

Wärmebildung:

Die Organe mit hoher Stoffwechselleistung sind Hauptorte der Wärmebildung. In Ruhe bedeutet das, daß die Wärmeproduktion vor allem in der Schädelhöhle sowie in der Brust- und Bauchhöhle stattfindet.

Wärmebildung (%) in Ruhe (ASCHOFF, 1)

| | |
|---|---|
| Gehirn | 16 |
| Brust- und Baucheingeweide | 56 |
| Muskeln | 16 |
| Haut | 2 |
| restl. Anteile (Knochen usw.) | 10 |

Bei Muskelarbeit kehren sich die Verhältnisse nahezu um, so daß über 70 % in der Körperschale gebildet wird.

Aus der unterschiedlichen Stoffwechselaktivität ergeben sich also verschieden hohe Temperaturen für einzelne Körperregionen; man kann demnach von der Körpertemperatur schlechthin nicht sprechen, sondern muß immer den Meßort angeben, an dem sie bestimmt worden ist. Der allgemein gebräuchlichen Temperatur im Rektum entsprechen die Tempe-

raturen im Magen und in der Leber. Im Uterus und im Gehirn z.B. liegen sie etwa 0,3°C höher, während sie in der Aorta, im Ösophagus und im Sternummark 0,25°C tiefer liegen. Organe mit hohem Stoffwechsel werden durch das Blut gekühlt, während umgekehrt die Gewebe der Körperschale erwärmt werden.

Die Temperaturen des ruhenden Organismus zeigen regelmäßige Tagesschwankungen. Am Nachmittag sind sie am höchsten, während sie in den frühen Morgenstunden ihren niedrigsten Wert erreichen; die Differenz kann mehr als 1,5°C betragen (ASCHOFF, 1). Neben diesen Tagesrhythmen findet sich eine besonders ausgeprägte Temperaturperiodik entsprechend dem Ovarialzyklus bei der Frau.

Nach Nahrungsaufnahme, besonders bei eiweißreicher Kost (spezifisch-dynamische Wirkung), erhöht sich die Stoffwechselleistung und somit auch die Körpertemperatur vorübergehend.

Wärmeübertragung:

Man unterscheidet drei verschiedene Arten der Wärmeübertragung:

1) Die Wärmeleitung (Konduktion) ist die Wärmeübertragung von Teilchen eines Körpers auf unmittelbar benachbarte kältere Teilchen in festen oder unbewegten flüssigen oder gasförmigen Stoffen.

2) Wärmeströmung (Konvektion) ist die Wärmeübertragung durch Platzveränderung von Teilchen in flüssigen und gasförmigen Stoffen.

3) Wärmestrahlung ist die Wärmeübertragung von einem Körper auf einen anderen, bei der kein dazwischenliegender Stoff beteiligt ist. Sie entsteht durch Umwandlung von Molekularenergie in Strahlungsenergie.

Handelt es sich um einen Körper mit feuchter Oberfläche, kommt noch ein vierter Effekt hinzu, nämlich der der Verdunstungskälte. Durch Verdunstung von Wasser wird einer Oberfläche Wärme entzogen, und zwar 580 cal für ein Gramm Wasser.

Von den Orten der Wärmebildung wird die Wärme einmal rein konduktiv aufgrund der Wärmeleitfähigkeit des Gewebes, zum anderen konvektiv mit dem Blut transportiert. Da die Wärmeleitzahlen verschiedener Gewebe klein sind, ist der Anteil der Wärmeleitung sehr gering.

Wärmeleitzahlen nicht durchbluteter Gewebe

($10^{-4}$ cal / cm·sec·°C)

(ASCHOFF, 1, GOLENHOFEN et al., 17)

| | |
|---|---|
| Haut | 7 - 11 |
| Fett | 4,5 - 5,1 |
| Skelettmuskel | 8,5 - 12 |
| Blut | 11,4 |

zum Vergleich:

| | |
|---|---|
| Luft | 0,56 |
| Wasser | 15,0 |
| Polymethylmethacrylat | 4 - 6 |
| Stahl | 1150 |

Der Einfluß statischer Blutfülle ist, da kleiner als 1 %, zu vernachlässigen (GOLENHOFEN et al., 17).

Der Wärmeabstrom von der Körperoberfläche erfolgt durch Strahlung, Leitung, Strömung und Verdunstung. Die Strahlungswärmeverluste sind im Bereich normaler Temperaturen der Temperaturdifferenz zwischen Haut und Umgebung nahezu proportional. Der Wärmeabstrom durch die der Haut anliegende ruhende Grenzschicht der Luft erfolgt rein konduktiv. An der Außenseite der Grenzschicht beginnt der konvektive Wärmeabtransport. Der Verlust von Wärme durch Verdunstung von Wasser an der Oberfläche ist nicht unbeträchtlich. Der Wasserdampf muß durch die Grenzschicht diffundieren, bevor er durch Strömung abtransportiert wird. Die abgegebene Wärmemenge ist somit vom Dampfdruckgefälle zwischen Haut und Umgebung und von der Dicke der Grenzschicht abhängig.

Im mittleren Temperaturbereich und rund 50 % relativer Luftfeuchtigkeit verteilt sich die Wärmeabgabe etwa wie folgt: Von der Haut durch Verdunstung 20 %, durch Leitung und Konvektion 25 % und durch Strahlung 45 %; über die Atemwege durch Leitung 2 % und durch Verdunstung 8 % (ASCHOFF, 1).

## II. 5. Die Hauttemperatur

Aus der Grundgleichung des stationären Wärmestromes im Körper (BURTON, zit. nach HENSEL, 18)

$$Q = k_i \, (T_i - T_h)$$

und

$$Q = k_u \, (T_h - T_u)$$

ergibt sich für die Hauttemperatur $T_h$:

$$T_h = \frac{k_i T_i + k_u T_u}{k_i + k_u} .$$

$Q$ ist die Wärmestromdichte ($cal \cdot cm^{-2} \cdot sec^{-1}$), die an einer bestimmten Hautstelle nach außen abgegeben wird.

$k_i$ ist ein Koeffizient der Wärmeübertragung vom Körperinnern an die Hautstelle und wird als "Wärmedurchgangszahl" bezeichnet.

$k_u$ ist ein Koeffizient der Wärmeübertragung von der Hautstelle an die Umgebung und wird als "Wärmeübergangszahl" bezeichnet.

$T_i$ ist die Innentemperatur des Körpers,

$T_u$ die Umgebungstemperatur.

Die Wärmedurchgangszahl $k_i$ ($cal \cdot cm^{-2} \cdot sec^{-1} \cdot {}^{o}C^{-1}$) ist eine Maßzahl dafür, wie leicht die Wärme vom Körperkern an eine Hautstelle gelangt, unabhängig von den Faktoren, die im einzelnen am Wärmetransport beteiligt sind. Sie ist von

verschiedenen Faktoren abhängig (HENSEL, 18):

1) Hautdurchblutung: Je größer das Stromzeitvolumen ist, desto mehr Wärme wird transportiert.

2) Geometrie der Körperstelle: An eine körpernahe Hautstelle wird bei gleicher Durchblutungsgröße mehr Wärme transportiert, als an ein distales Extremitätenende, da bei letzterem die seitlichen Wärmeverluste größer sind.

3) Vorkühlung des Arterienblutes: Das arterielle Blut wird auf dem Weg nach distal durch kühleres Blut der Begleitvenen abgekühlt.

4) Wärmeproduktion im Gewebe: Durch Erzeugung von Wärme zum Beispiel in der Muskulatur wird das arterielle Blut zunächst erwärmt.

5) Seitliche Wärmeisolation: Durch Isolation werden äußere thermische Einflüsse verringert; z.B. vermindert das Anlegen eines Ärmels bei niedriger Umgebungstemperatur die seitlichen Wärmeverluste.

Die Wärmeübergangszahl $k_u$ als Koeffizient des gesamten Wärmestromes setzt sich zusammen aus der Strahlungskonstanten $\sigma$ ($cal \cdot cm^{-2} \cdot sec^{-1} \cdot {}^{o}C^{-1}$), der Wärmeübergangszahl für Leitung und Konvektion $\alpha$ ($cal \cdot cm^{-2} \cdot sec^{-1} \cdot {}^{o}C^{-1}$) und der Verdunstungszahl $\beta$ ($cal \cdot cm^{-2} \cdot sec^{-1} \cdot mmHg^{-1}$).

Der Wärmestrom von der Körperoberfläche ist somit abhängig

1) von der Körpertemperatur,
2) von der Temperatur der Haut,
3) von der Temperatur der Umgebung,
4) von der Größe der Körperoberfläche
5) von der Emmissionszanl der Haut,
6) von den Dampfdrucken der Hautoberfläche und der Luft,
7) von der Windgeschwindigkeit,
8) vom Luftdruck,
9) von Länge und Durchmesser des wärmeabgebenden Körperteiles.

Die Faktoren 6 bis 8 sind für die Dicke der Grenzschicht verantwortlich.

All diese vorgenannten Faktoren zusammen bestimmen die Temperatur einer Hautstelle. Daraus geht hervor, daß es z.B. nicht möglich ist, durch Messung der Hauttemperaturen verschiedener Körperstellen vergleichende Schlüsse auf die Hautdurchblutung zu ziehen. Nur bei Konstanz aller übrigen Faktoren ist das Stromzeitvolumen maßgebend für die Wärme der Haut.

Die Hautfarbe sagt nichts über ihre Temperatur aus, denn die Rötung der Haut ist von der Blutmenge entsprechend dem Hämoglobingehalt abhängig und auch bei statischer Blutfülle vorhanden, während umgekehrt auch bei erhöhtem Stromzeitvolumen die Haut blaß aussehen kann (IPSEN, 24).

## II. 6. Problematik von Temperaturmessungen am Gaumen

Die absolute Temperatur der Gaumenschleimhaut zu bestimmen, scheint unmöglich. Wie schon im vorigen Kapitel beschrieben, ist sie eine Funktion von sehr vielen veränderlichen Faktoren, die konstant zu halten nicht gelingen kann. Zum einen die Körpertemperatur: Sie ist abhängig von der allgemeinen Stoffwechsellage, von der Tageszeit, dem Zeitpunkt der letzten Nahrungsaufnahme und der Art der Nahrung, dem Ernährungszustand, der Umgebungstemperatur, dem Lebensalter, der Jahreszeit, dem hormonellen Zustand usw. (s. II. 4. u. 5.).

Eine andere wichtige Größe stellt die Hautdurchblutung dar. Sie läßt sich messen durch die Bestimmung der Wärmeleitzahl. Die Wärmeleitzahl und das Zeitvolumen der Hautdurchblutung stehen innerhalb des physiologischen Bereiches in einem linearen Zusammenhang, so daß dieses Verfahren auch für die Absolutmessung der Hautdurchblutung verwendet werden kann, da sie unabhängig von Körpertemperatur, Hauttemperatur, Raumtemperatur und der Wärmeproduktion im Gewebe ist. Leider eignet sich dieses Verfahren nur für Messungen an der unbedeckten Haut, da die maximale Gewebstiefe, die bisher mit derartigen Methoden erfaßt werden kann, nur etwa 4 mm beträgt und somit unter dickeren Prothesen ungenügend ist (BURTON, zit. nach HENSEL, 18).

Die Hautdurchblutung hängt vom augenblicklichen Zustand des peripheren Kreislaufsystems ab. Zum einen wird es durch psychische Reaktionen beeinflußt, zum anderen durch lokale Faktoren. Zu diesen zählen örtliche pathologische Stoffwechselveränderungen und Durchblutungsstörungen sowie der Druck des Meßfühlers, der sowohl anämische als auch durch Reizung hyperämische Zustände verursachen kann.

Da die Oberflächentemperatur sich aus der Außen- und der Innentemperatur zusammensetzt, kommen für die Temperatur der Gaumenschleimhaut noch andere schlecht definierbare Faktoren hinzu. Die Gaumentemperatur wird durch Wärmestrahlung der sie umgebenden Weichteile wie Zunge, Wangen und Lippen beeinflußt. Außerdem ist die Mundhaltung wichtig: Bei offenem Mund kommt es zu Schwankungen der Schleimhauttemperatur durch die kühlere Exspirations- und die wärmere Inspirationsluft. Hierbei spielen wiederum verschiedene Faktoren eine Rolle, nämlich die Außentemperatur, die Luftfeuchtigkeit, die Strömungsverhältnisse am Gaumen, die sich nach seiner Form, der Weite der Mundöffnung und der Dauer und der Heftigkeit der Atemzüge richten. Die Speichelqualität spielt eine Rolle dergestalt, daß der stark viskose Speichel die Schleimhaut länger bedeckt, da er schlechter verdunstet, während beim seriösen Speichel die Oberflächenverdunstung schneller und stärker ist. Die Schleimhaut kühlt sich schneller

und tiefer ab, erwärmt sich jedoch nach dem völligen Verdunsten wieder. Dieser Effekt tritt eher ein als bei viskösem Speichel.

Bei geschlossenen Lippen steigt die Gaumentemperatur an und erreicht nach kurzer Zeit einen konstanten Wert. Diese Haltung dürfte die für die Messung günstigere sein.

Neben diesen physiologischen Faktoren können noch Fehlerquellen durch die Temperaturmessung selbst entstehen. Hat das Thermometer eine andere Temperatur als die zu messende Hautstelle, so stellt sich durch Leitung ein Temperaturausgleich ein und verfälscht den ursprünglichen Wert umso stärker, je größer die Masse und die Wärmekapazität des Fühlers ist.

Durch Bedeckung der zu messenden Fläche greift man in ihren Wärmehaushalt ein, d.h. man behindert die Wärmeabgabe bzw. -aufnahme.

Aus all dem geht hervor, daß Messungen der absoluten Schleimhauttemperatur nicht sinnvoll sind, da es unmöglich ist, definierbare und reproduzierbare Messbedingungen herzustellen. Besser geeignet ist die vergleichende Hauttemperaturmessung, weil hierbei viele Fehlerquellen eliminiert werden können, was zu besser verwertbaren Ergebnissen führt.

## II. 7. Temperaturen der Gaumenschleimhaut

Von der Gaumentemperatur zu sprechen, wäre nicht korrekt, da es eine absolute oder normale Gaumentemperatur nicht gibt. Wie vorher beschrieben, sind die Faktoren, die den Meßwert beeinflussen, zu mannigfaltig, als daß sie konstant gehalten werden könnten. Bei der Meßmethodik bei geschlossenem Mund werden die Umwelteinflüsse weitestgehend eliminiert. Deshalb wird sie von vielen Untersuchern angewendet. Man muß sich jedoch darüber im klaren sein, daß ein solcherart ermittelter Wert nur einen bestimmten Bereich der gesamten Temperaturskala der Gaumenschleimhaut widerspiegelt, welcher abhängig ist von der Dauer der offenen und geschlossenen Mundhaltung und somit von den Rede-, Atem- und Eßgewohnheiten der Versuchsperson.

Trotz aller methodischen Schwierigkeiten lassen sich doch gewisse Gesetzmäßigkeiten der Gaumentemperatur aufzeigen.

a) Man kann von einem Temperaturmuster der Gaumenschleimhaut sprechen, das durch Wärmezufuhr und thermische Isolation aufgebaut wird. Es entspricht den anatomischen Verhältnissen insofern, als die Gebiete der stärksten Durchblutung die wärmsten sind, also im Bereich der Arteria palatina und der Arteria incisiva liegen, während die Gebiete der fibrösen Medianzone sowie der Fettgewebszone die niedrigsten Temperaturen aufweisen. Die Temperaturdifferenzen können bis $3^{o}C$ betragen (JUNG, H.D., 15).

b) Es besteht keine Temperaturkongruenz zwischen symmetrischen Gaumenbezirken, was sich leicht durch die ebenso fehlende Symmetrie der größeren Gefäße erklären läßt (MAHER und SWINDLE, 29). Außerdem spielt der Einfluß der kühlenden Luft im unteren Nasengang eine Rolle (HERRMANN, M., 22). Eine ungleichmäßige Verteilung des Luftstromes wie er z.B. bei Septumdeviationen auftritt, kann somit auch zu einer unsymmetrischen Temperaturverteilung am Gaumen führen. (s. III. 2.)

c) Vergleicht man die Temperatur der Gaumenschleimhaut mit der Zungentemperatur, so finden sich unter physiologischen Verhältnissen immer kleinere Werte für den Gaumen. Nur die im Bereich der Arteria palatina gemessenen Werte kommen der Zungentemperatur nahe. Die Differenz der Temperatur von Gaumenschleimhaut und Zungenoberfläche liegt nach FUHR und JUNG (15) je nach Meßstelle zwischen 0,2 und 2,9°C. Andere Untersucher kamen zu ähnlichen Ergebnissen (SCHMIDT u. KAIRIES (39), FRERICH (12), VAN THIEL u. KLÖTZER (43), eigene Untersuchungen).

d) Über das zeitliche Verhalten der Temperaturveränderung nach Abkühlung oder Überwärmung der Gaumenschleimhaut gibt es Untersuchungen von SCHMIDT u. KAIRIES (39), FRANKE (10), FRERICH (12) und SETZ u. OWASSAPIAN (40).

Demzufolge erreichen nach gewöhnlicher Mundatmung die Temperaturen innerhalb von acht Minuten wieder ihren Ausgangswert, während er durch kalte oder heiße Speisen nach 15 Minuten erreicht wird. Lediglich SCHMIDT u. KAIRIES (39) fanden bei extremen Abkühlungsversuchen in kalter Winterluft verzögerte Wiedererwärmungswerte bis zu 40 Minuten.

## II. 8. Meßmethoden der Hautthermometrie

Zur Messung von Oberflächentemperaturen sind nicht alle Thermometer gleich gut geeignet. Wie schon erwähnt, soll die räumliche Ausdehnung des Meßfühlers möglichst klein sein, um keine örtlichen Klimastörungen hervorzurufen, die Einstellzeit soll hinreichend kurz sein und die Meßgenauigkeit muß dem Verwendungszweck entsprechen. Flüssigkeits-, Dampfdruck- und Gasthermometer kommen für diese Zwecke nicht in Frage, da der Meßkopf nicht hinreichend klein gestaltet werden kann.

Temperaturstrahlungsmesser nutzen die Tatsache aus, daß warme Körper elektromagnetische Strahlung im Infrarotbereich aussenden. Diese Strahlung wird in einem Strahlungsempfänger, der nach verschiedenen komplizierten Systemen aufgebaut sein kann, aufgefangen und in meßbaren

Strom umgewandelt. Von der Temperaturstrahlung läßt sich durch Eichung auf die Hauttemperatur schließen. Der Vorteil dieses Systems liegt in der berührungsfreien Messung, die einige Fehlerquellen ausschließt, doch ist dem Verfasser kein Gerät bekannt, daß von seinen Abmessungen her zur Gaumentemperaturmessung geeignet wäre.

Thermoelemente: Der thermoelektrische Effekt besteht darin, daß in einem geschlossenen Leiterkreis aus zwei verschiedenen Metallen ein Strom fließt, wenn die beiden Lötstellen verschiedene Temperaturen besitzen. Die Stromstärke ist der Temperaturdifferenz proportional.

Der Vorteil liegt darin, daß der Meßfühler sehr klein gestaltet werden kann und punktförmige Messungen zuläßt. Nachteile sind eine relativ leichte Verletzbarkeit der Lötstelle sowie die Unhandlichkeit der Vergleichsmeßstelle, die in einem Gefäß mit schmelzendem Eiswasser gehalten werden muß, dessen Temperatur bei jeder Messung zu kontrollieren ist.

Widerstandsthermometer: Der elektrische Widerstand der meisten Metalle vergrößert sich mit zunehmender Temperatur, der von Halbleitern und Elektrolyten nimmt ab. Zur Messung des Widerstandes dient eine Brückenschaltung nach dem Prinzip der Wheatstone-Brücke. Dieses Meßprinzip ist von hoher Genauigkeit (z.B. dient ein Widerstandsthermometer als Standardgerät zur Verwirklichung der Internationalen Temperaturskala), es ist einfach in der Anwendung und hat durch die Miniaturisierung der Meßwiderstände eine

kurze Einstellzeit und einen breiten Anwendungsbereich. Diese Gründe sind wohl ausschlaggebend dafür, daß sich zur Zeit mehrere Geräte dieses Prinzips für medizinische Zwecke auf dem Markt befinden und waren auch für unsere Wahl entscheidend.

## III. SPEZIELLER TEIL

### 1. Beschreibung der eigenen Meßapparatur

Nach der Prüfung der handelsüblichen Widerstandsthermometer stellte sich heraus, daß die Meßgenauigkeit nicht den Anforderungen entsprach und sich trotz der mannigfaltigsten Meßfühlerformen keine geeigneten fanden, die sich für den Einbau in eine Prothese geeignet hätten. Wir entschlossen uns deshalb, den Meßfühler selbst zu konstruieren.

Verwendung fanden Miniatur-NTC-Widerstände [1]. Wie der Name bereits sagt, besitzen NTC-Widerstände einen negativen Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes, d.h. der Widerstand nimmt mit steigender Temperatur ab. Sie werden auch als Thermistoren oder Heißleiter bezeichnet.

Die zur Herstellung verwendeten Materialien gehören zu den Halbleitern, und zwar handelt es sich um Metalloxide und oxidische Mischkristalle, die bei hohen Temperaturen gesintert werden. NTC-Widerstände haben keine Hysteresseeigenschaften.

Es wurden die kleinsten Widerstände verwendet, die einen Durchmesser von 0,35 - 0,8 mm haben. Zur Isolierung und zum Schutz gegen mechanische Beanspruchung, wie sie beim Einbau in menrere Prothesen unweigerlich auftritt,

---

1) Hersteller: Valvo, Hamburg, Nr. 232263411

wurde der Widerstand mit einer doppelten Isolierschicht überzogen und alsdann mit Paladur in einem 5 mm langen Messingröhrchen mit einem Außendurchmesser von 1,8 mm eingebettet, dergestalt, daß die Oberfläche des Meßwiderstandes mit dem Ende des Rohres bündig abschließt (Abb. 1).

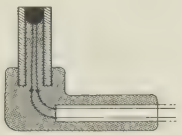


Abb. 1 Schematischer Aufbau eines Temperaturmeßfühlers

Ein flexibles, isoliertes Kabel von 90 cm Länge dient als Verbindung zur Messbrücke.

Zur Messung des Widerstandes wurde eine "5-Kanal-Temperatur-Meßbrücke"[1] verwendet, die nach dem Prinzip der Wheatstone-Brücke konstruiert ist (Abb. 2 u. 3).

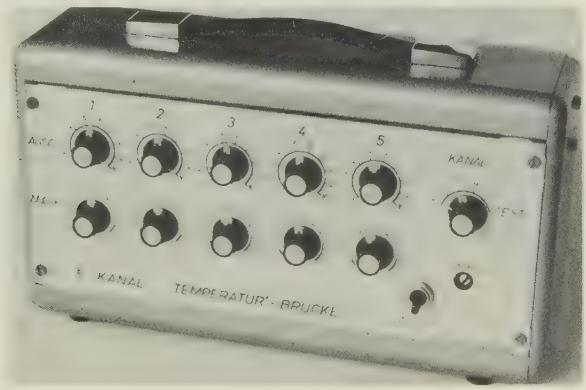



Abb. 2 Temperatur-Meßbrücke

---

[1] Hersteller: G-R. Pauli, Berlin

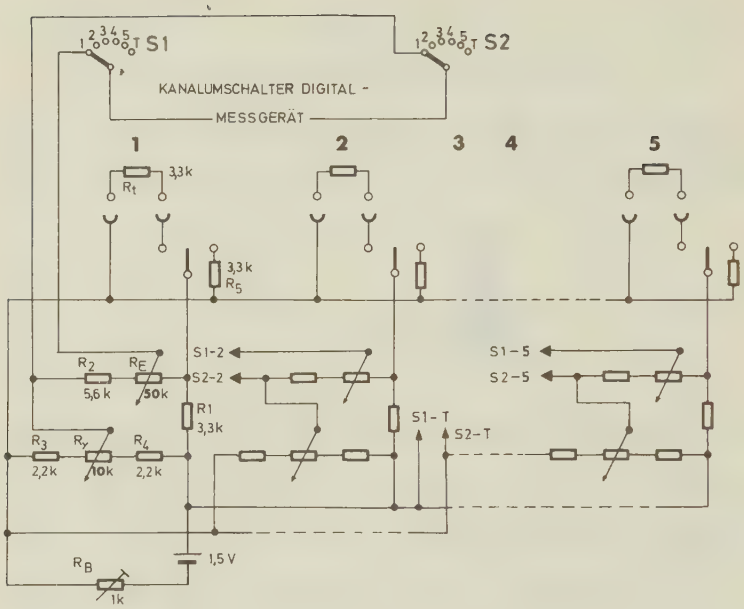



Abb. 3 Schaltplan der Temperatur-Meßbrücke

Es bedeuten:

$R_t$ : Meßwiderstand (NTC)

$R_E$ : Eichungsregler zur Einstellung der Meßgenauigkeit

$R_y$ : Nullpunktregelung zum Abgleich des Meßwiderstandes

$R_B$ : Vorschaltwiderstand zur Regulierung der Batteriespannung

$R_1 - R_5$ : konstante Widerstände

S1 S2 : Kanalumschalter

T : Batterietest

Der Vorteil dieser Mehrkanalmeßbrücke liegt darin, daß bis zu fünf Meßwerte gleichzeitig, d.h. durch Umschalten auf einen anderen Kanal, bestimmt werden können, was für eine vergleichende Temperaturmessung von großer Wichtigkeit ist.

Als Meßgerät wurde das Digital-Mikrovoltmeter T 2400[1)] (Abb. 4) gewählt. Es zeichnet sich aus durch eine hohe Genauigkeit (Gesamtmeßfehler ± 0,03 %) und durch eine numerische Digitalanzeige, die die Meßwerte vierstellig mit stellenrichtigem Komma anzeigt und somit einen Ablesefehler praktisch ausschließt. Verwendung fand der Meßbereich von 0 - 9,999 mV, der einen Eingangswiderstand von ≥ 20 MΩ besitzt.

Abb. 4 Digital-Mikrovoltmeter

1) Hersteller: Hartmann & Braun, Berlin

Zur Eichung der Meßanordnung diente ein geeichtes Standardthermometer mit zehntel Grad Einteilung und ein Thermostat, in dem die Temperatur in einem Wasserbehälter automatisch durch Kontaktthermometer, elektrische Heizung und Turbinenrührer auf dem gewünschten Wert mit angegebener Genauigkeit von 0,01°C gehalten wird.

Die Meßbrücke wurde auf 1 V Batteriespannung eingestellt, der Eichungsregler auf höchste Meßgenauigkeit und der Nullpunkt auf 36,0°C, da laut Herstellerangabe hier etwa die Mitte des linearen Teiles der Kennlinie der Meßbrücke zu erwarten ist.

Es erschien sinnvoll, die drei Meßfühler für den Temperaturbereich von 34,0 - 41,0°C zu eichen. 41,0°C deshalb, weil derartige Temperaturen am Gaumen schon gemessen wurden (WARNENMACHER, 46).

Im Bereich von 34,0 - 39,0°C ergaben sich praktisch gerade Linien. Da alle drei Eichkurven in diesem Bereich den gleichen Verlauf zeigen, soll hier nur die erste wiedergegeben werden (Abb. 5). Ein Temperaturunterschied von 1°C bewirkte eine Änderung am Meßgerät von 64 digit[1)], 1 digit entspricht also 1/64°C.

Eine Nachkontrolle des Meßwertes nach einer Stunde ergab keine Abweichung.

Am Beginn eines neuen Versuchstages wurde die Batteriespannung und der Nullpunkt nachgeeicht.

---

1) digit = kleinste Einheit bei der numerischen Digitalanzeige

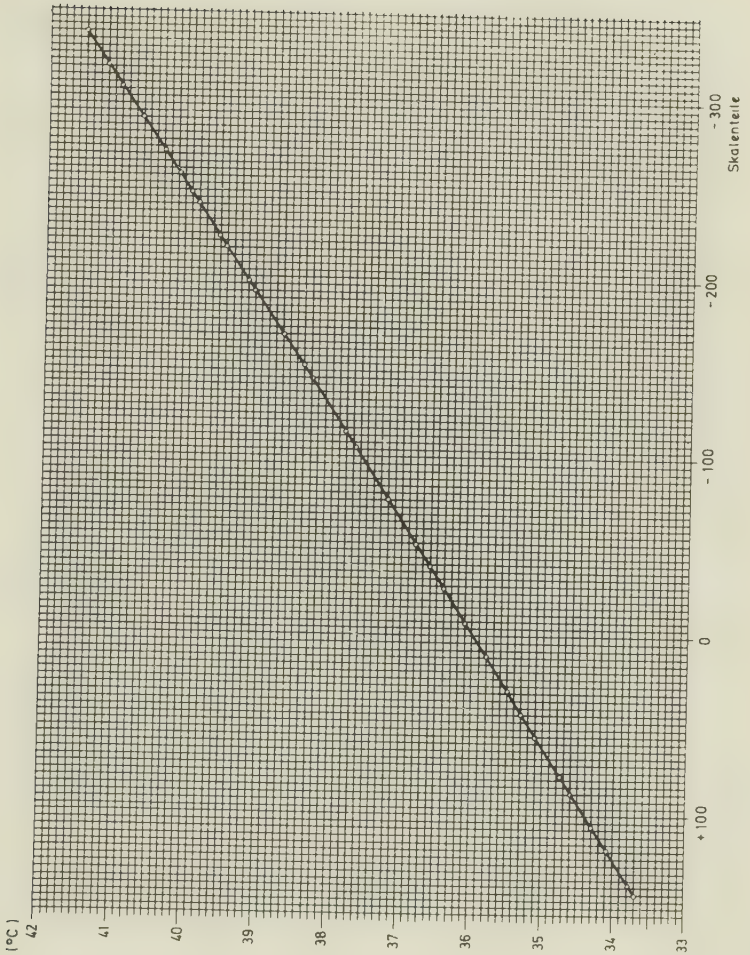



Abb. 5 Eichkurve des ersten Meßfühlers

Die Anzeigeträgheit des Thermometers ist eine für die Meßmethodik sehr wichtige Größe. Der für die mechanische Belastbarkeit wichtige Einbau des NTC-Widerstandes vergrößert die Thermometerträgheit, die zuvor im Bereich von Sekunden lag, erheblich. Sie wird beeinflußt von der Temperatur und dem Aggregatzustand, bei dem gemessen wird.

Hinzu kommt die Beeinflussung des Meßpunktes durch die Wärmekapazität des Meßpunktes. Da der Gaumen eine geringere Durchblutung aufweist als beispielsweise die Zunge, dauert hier ein Temperaturausgleich zwischen Meßpunkt und Meßfühler länger. Um diese beiden Faktoren und somit die Gesamtträgheit des Meßvorganges möglichst klein zu halten, müssen die Meßfühler vorgewärmt werden.

Die Sättigungskurven wurden am unbedeckten Gaumen mit vorgewärmten Meßfühlern wie im Hauptversuch aufgenommen, wobei die Vorwärmtemperatur von der wirklichen Temperatur um $1^{\circ}C$ bzw. $3^{\circ}C$ abweichen sollte (s. Abb. 6).

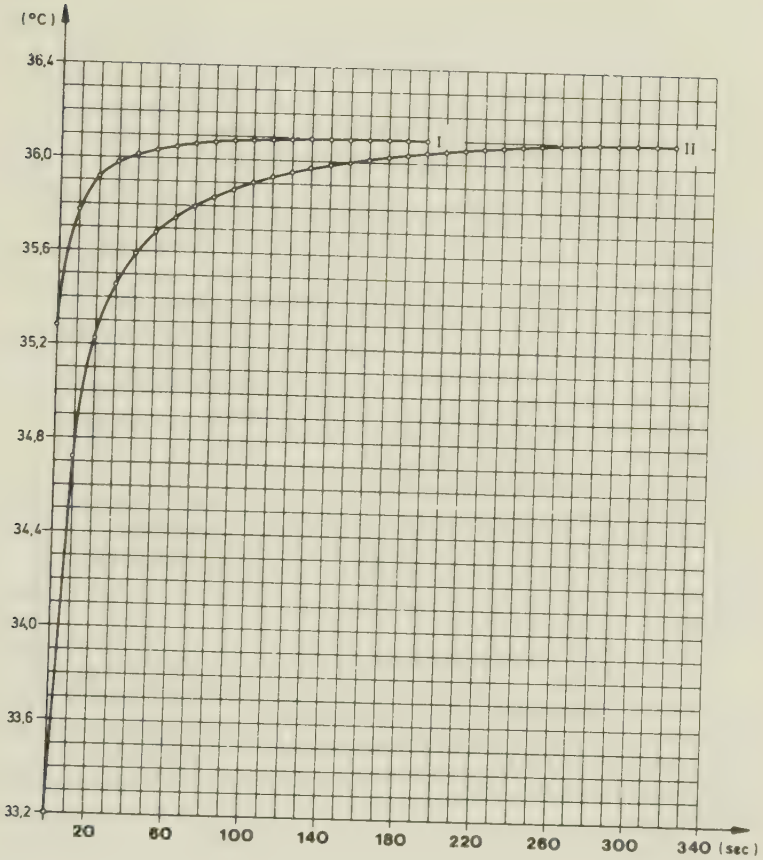



Abb. 6 Gesamtträgheit des Meßvorganges bei
I) 1°C
II) 3°C Vorwärm-Temperaturdifferenz

III. 2. Vorversuche

Die Ablesegenauigkeit beträgt 1/64°C, ein wesentlich größerer Meßfehler jedoch kommt durch die physiologische Schwankungsbreite der Gewebetemperatur zustande. Es sollte also geklärt werden, mit welcher Genauigkeit bei der Temperaturmessung unter unseren Versuchsbedingungen zu rechnen ist.

Entsprechend der Meßmethodik der Hauptversuche wurde bei zwei Probanden eine Stelle an der Gaumenschleimhaut markiert, an der die Temperaturen im Abstand von 7 Minuten zehnmal hintereinander gemessen wurden. Im Verlauf von 70 Minuten ergaben sich keine größeren Differenzen als 5 Skalenteile, das entspricht 0,078°C. Ein Gesamtmeßfehler einschließlich der physiologischen Schwankungsbreite muß also mit 1/10°C angenommen werden.

Um die Problematik der Temperaturmessungen am Gaumen sowie die auftretenden Schleimhauttemperaturen besser verstehen zu können, wurden zuvor zahlreiche Selbstversuche durchgeführt. Die Ergebnisse besitzen keine statistische Aussagekraft, sind jedoch für das Verständnis der Temperaturmessungen am Gaumen wichtig.

Zum einen wurde die Abhängigkeit der Gaumentemperatur von der des Nasenbodens geprüft. Daß die Temperatur des weichen Gaumens von der Inspirationsluft beeinflußt wird, fanden schon SCHMIDT und KAIRIES (39) sowie HERRMANN, M. (22). Jedoch auch für die Temperatur des harten Gaumens

liegt dieser Kühlungsmechanismus nahe, da seine Temperatur bei geschlossenem Munde auch nach drei Stunden noch die niedrigste der gesamten Mundhöhle ist, obwohl sie sich in dieser Zeit durch Leitung, Konvektion und Strahlung den umliegenden wärmeren Gebieten angeglichen haben müßte. Auch ein direktes Erwärmen des Gaumens mit der Zunge sowie mit Wasser von 36,8°C mehrere Minuten lang führen nur zu einer vorübergehenden Erwärmung. Nach drei Minuten hat sich die vorhergehende Gaumentemperatur wieder eingestellt. Ein extraoraler Kühlungsmechanismus liegt also nahe. Wie weitere Messungen zeigten, liegt die Temperatur des Nasenbodens im Mittel von Exspiration und Inspiration circa 2°C unter der des Gaumendaches. Wenn die Gaumentemperatur von der Nasenhöhle her beeinflußbar ist, muß sie sich bei Erwärmung der Inspirationsluft verändern. Diesen Effekt kann man auf einfache Weise durch Verschließen eines Nasenloches erreichen. Dadurch erwärmt sich die Luft in diesem Teil der Nasenhöhle langsam, und tatsächlich beginnt nach zwei Minuten die Temperatur an derselben Gaumenseite zu steigen, bis sie nach zehn Minuten einen konstanten Wert erreicht, der um 0,2°C höher liegt als der Ausgangswert. Selbst im Bereich der Arteria palatina findet sich noch eine Temperaturerhöhung um 0,1°C. Der Kontrollversuch mit der anderen Gaumen- und Nasenhälfte ergibt das gleiche Bild. Dieser Effekt läßt sich noch deutlicher darstellen, wenn warme Luft eingeatmet wird. Ein Versuch mit 42°C warmer Inspirationsluft ergab am Gaumendach eine Erhöhung um 0,7°C, während sich der Bereich der Arteria palatina um 0,4°C erwärmte.

Ein anderer Versuch sollte klären, in welchem Zeitraum eine Temperaturerhöhung durch Bedeckung der Haut stattfindet, weil sich danach die Versuchsdauer für die Hauptversuche richten muß. Es wurde die Temperatur an der inneren Handfläche ohne und mit Bedeckung durch eine Styroporplatte bestimmt. Es fand sich dabei ein Temperaturanstieg von 1,8°C innerhalb der ersten zwei Minuten, der nach fünf Minuten mit einer leichten Erhöhung um weitere 0,2°C abgeschlossen war.

## III. 3. Versuchsanordnung und Methode

Ziel der Messungen ist es, die Temperaturveränderungen der Gaumenschleimhaut, die durch die Bedeckung mit einer Prothese auftreten sollen, zu erkennen. Wie schon erwähnt, macht die Vielzahl der auf die Schleimhauttemperatur einwirkenden Faktoren eine Bestimmung der absoluten Temperaturen unmöglich; wesentlich problemloser ist hingegen die vergleichende Temperaturmessung, da hierdurch viele Fehlermöglichkeiten ausgeschlossen werden. Die Methode der Wahl bestand darin, die Temperatur desselben Schleimhautpunktes am Gaumen vor und nach Bedeckung mit einer Prothese zu ermitteln.

Die Frage der Wärmestauung unter Prothesen interessiert besonders im Hinblick auf das Krankheitsbild der Prothesenintoleranz, weshalb zu diesen Untersuchungen nur Probanden ausgewählt wurden, die, trotz Fehlens nachweisbarer exogener und endogener Ursachen, über Brennen und Hitzegefühl nach Einsetzen der oberen totalen Kunststoffprothese klagten, und bei denen keine sichtbaren pathologischen Veränderungen der Gaumenschleimhaut festzustellen waren. Es wurden 32 Messungen an 30 Patienten, die diese Kriterien erfüllten, durchgeführt. Es handelte sich dabei durchweg um Frauen im Alter von 45 bis 85 Jahren mit totalen Oberkieferprothesen, von denen 24 aus rosa und 3 aus klarem Polymethacrylsäuremethylester waren; 3 bestanden aus dem Polykarbonat "Andoran" und 2 aus dem Gemisch "Luxene". Die Stärke der Prothesen lag an den Meßstellen zwischen

1 und 4 mm. Bei einer Messung (Nr. 22) lag eine entzündlich veränderte Oberkieferschleimhaut vor.

Es wurde eine kurze Krankengeschichte aufgenommen.

Um die Messungen in gewissen Grenzen mit denen früherer Untersucher vergleichbar zu machen, wurden einige kontrollierbare Umwelteinflüsse entsprechend früheren Untersuchungen von JUNG, H.D. (15), FRERICH (12), und SETZ (40) konstant gehalten.

1) Der Raum, in dem die Messungen vorgenommen werden, sollte zugluftfrei und von möglichst konstanter Temperatur sein. In unserem Fall lagen die Raumtemperaturen zwischen 19,8°C und 23,1°C. Vor der Messung hielt sich die Versuchsperson mindestens eine halbe Stunde in dem Raum auf, währenddessen die Krankengeschichte sowie einige vorbereitende Handlungen vorgenommen wurden.

2) Es ist wichtig, daß die Versuchsperson entspannt auf dem Behandlungsstuhl sitzt, um die relativ lange Untersuchungsdauer ohne Anstrengung zu überstehen.

3) Es soll die letzte Nahrungsaufnahme mehr als zwei Stunden zurückliegen, eine Stunde zuvor nichts Heißes oder Kaltes mehr getrunken werden und am Tag der Messung kein Antipyretikum oder gefäßaktives Mittel eingenommen werden.

4) Um einen psychischen Einfluß auf die Vasomotorik, wie er durch eine beängstigende Situation entstehen kann, möglichst auszuschließen, müssen dem Patienten vor der Messung

ihr Sinn sowie alle Einzelheiten des Meßvorganges genau erklärt werden.

5) Vor jeder Messung sollte der Mund des Patienten zehn Minuten lang geschlossen bleiben.

Das Problem der vergleichenden Temperaturmessung liegt darin, genau denselben Punkt für die Zweitmessung wiederaufzufinden, da ein um wenige Millimeter entferntes Gebiet schon andere Temperaturen haben kann (s. II.7.). Eine direkte Sichtkontrolle scheidet bei der mundgeschlossenen Technik aus. Außerdem ist es nahezu unmöglich, Meßfühler über mehrere Minuten lang an derselben Stelle des unbedeckten Gaumens mit der Hand zu halten. Die Kontrolle durch den Patienten versagt dabei völlig. Irgendwelche Hilfsmittel müssen so beschaffen sein, daß sie am unbedeckten Gaumen zu keiner örtlichen Klimastörung führen können.

Als Halterung von drei Meßfühlern am unbedeckten Gaumen diente ein gitterartiges dünnes Drahtnetz. Dieses wird wie ein individueller Löffel dem Gaumen angepaßt und berührt die Schleimhaut nur auf dem Kieferkamm und seiner vestibulären Seite (s. Abb. 7). Da die Maschen dieses Netzes etwas kleiner als die Meßfühler selber sind, kann man diese gut darin einklemmen und mit etwas Klebewachs fixieren. Eine Drahtklemme aus 0,8 mm hartem Klammerdraht, die mit Hilfe von Führungsrillen am mittleren Meßfühler befestigt wird, dient als Halter. In etwa 3 cm Abstand vom ersten Fühler und somit außerhalb des Mundes hält eine

flache Schelle alle drei Ableitungskabel sowie den Halter nebeneinander fest. Sie stabilisiert die Konstruktion und ermöglicht einen zwanglosen Lippenschluß um die Ableitungen. Damit keine Außenluft in die Mundhöhle gelangen kann, werden die Drähte im Bereich der Lippen mit einer weichen, plastischen Masse umgeben (Abb. 7).

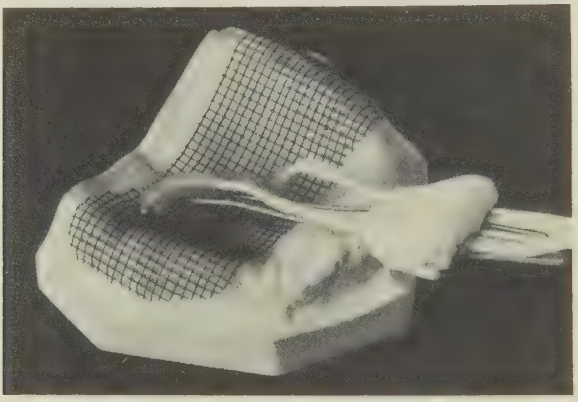


Abb. 7 Meßfühleranordnung am Modell

Um die Position der Meßpunkte von der ersten Messung an der unbedeckten Schleimhaut auf die zweite mit eingesetzter Prothese exakt übertragen zu können, werden die Spitzen der Meßfühler mit Methylenblau benetzt. Nach der ersten Messung zeichnen sich also drei blaue Punkte am Gaumen ab, die auch nach Einsetzen der Prothese durch diese hindurch gesehen werden können. An diesen Stellen werden die Bohrungen angelegt, in die die Meßfühler soweit eingeführt werden, daß sie mit der Prothesenoberfläche abschließen und also trotz guten Kontaktes mit der Schleim-

haut zu keinerlei Reizung führen können.

Nachdem der Patient zehn Minuten mit geschlossenem Mund und entspannt im Behandlungsstuhl gesessen hat, werden die eingebauten Meßfühler auf die zu erwartende Temperatur von circa 35°C erwärmt. Dann werden sie dem Gaumen angelegt und vom Untersucher mit abgestütztem Arm gehalten. Der Patient schließt seine Lippen locker über den Ableitungskabeln. Der Lippenschluß wird kontrolliert und gegebenenfalls vom Untersucher korrigiert. Der Patient wird aufgefordert, die Meßfühler in der Mundhöhle nicht mit der Zunge zu berühren. Solche Berührungen oder das Eintreten von Luft durch die Lippen werden am Meßgerät durch einen plötzlichen Ausschlag deutlich erkennbar.

Vor der nachfolgenden Messung mit Prothese schließt der Patient wiederum zehn Minuten den Mund. Die Prothese mit eingebauten Meßfühlern wird in einem Wasserbad auf die zuvor gemessene mittlere Gaumentemperatur erwärmt und sodann möglichst schnell dem Patienten eingesetzt. Durch die in allen Fällen ausreichende Saughaftung erübrigt sich ein zusätzliches Festhalten. Die Versuchsbedingungen sind die gleichen wie bei der ersten Messung.

Die Meßdauer beträgt bei beiden Messungen zehn Minuten und trägt somit der Anzeigeträgheit sowie eventuell stattfindenden Temperaturveränderungen Rechnung.

Abschließend wird mit Hilfe eines unter die Zunge gelegten Meßfühlers die Sublingualtemperatur bestimmt.

III. 4. Meßergebnisse

Die nach der zuvor geschilderten Methode gemessenen Temperaturwerte sowie die Anamnese und die Befunde werden der Übersichtlichkeit halber im Anhang aufgeführt.

Die Anamnese ist auf das Wesentliche verkürzt wiedergegeben.

Es bedeuten:

SE : subjektive Erscheinungen

AA : allgemeine Anamnese

OE : objektive Erscheinungen

Schlh : Farbe der Gaumenschleimhaut

Pkz : Prothesenkennzeichen

TO : totale Oberkieferprothese

PU : partielle Unterkieferprothese

OK : Oberkiefer

UK : Unterkiefer

R. : Temperatur des Meßpunktes auf der Raphe mediana ($^{o}$C)

A. : " " " im Bereich des Austrittspunktes der Arteria palatina ($^{o}$C)

M. : " " " am Übergang zur Drüsengewebszone ($^{o}$C)

L. : " der eingeschlossenen Luft in der Mundhöhle ($^{o}$C)

unbed : bei unbedeckter Gaumenschleimhaut

bed : " bedeckter "

Subling : Sublingualtemperatur ($^{o}$C)

Die Einteilung der Farbe der Gaumenschleimhaut geschieht nach FRANKE (11) in: blaßrosa, rosa, rot, hochrot, rötlichblau und graublau.

Es soll nochmals darauf hingewiesen werden, daß sich bei diesem Krankheitsbild nur Patienten weiblichen Geschlechts fanden.

## III. 5. Auswertung der Meßergebnisse

Eine Übersicht über die gemessenen Temperaturveränderungen gibt Tabelle 1, wobei in den ersten drei Spalten (Teil I) die Temperaturdifferenzen aufgezeichnet sind, die an den drei Meßpunkten durch das Einsetzen der Prothese hervorgerufen werden. Die vierte und fünfte Spalte (Teil II) zeigt die Differenz der Sublingualtemperatur zur Temperatur des unbedeckten Gaumens an den Punkten R. und A..(-) bedeutet Abkühlung und (+) Erwärmung gegenüber der ohne Prothese gemessenen Temperatur. Nach der 11. Messung wurde der Meßpunkt im Bereich der Drüsenzone (M.) aufgegeben, da sein Temperaturverhalten in allen Fällen zwischen dem von R. und A. lag (s. auch JUNG, H.D., 15). Stattdessen wurde die Temperatur der Luft in der Mundhöhle gemessen, um einer Beeinflussung derselben durch die Prothese nachzugehen.

Die graphischen Darstellungen zeigen die Häufigkeitsverteilung der gefundenen Temperaturdifferenzen (Abb. 8-10). Die links der Ordinatenachse liegenden Werte bedeuten eine Abkühlung der Schleimhaut nach Einsetzen der Prothese, die rechtsliegenden eine Erwärmung.

| | I | | | II | |
|---|---|---|---|---|---|
| Msg. Nr. | R. (°C) | A. (°C) | M. (°C) | R. (°C) | A. (°C) |
| 1) | - 0,21 | + 0,12 | - 0,12 | - 2,43 | - 1,48 |
| 2) | - 0,95 | - 0,41 | - 0,82 | - 1,50 | - 0,51 |
| 3) | - 1,02 | - 0,22 | - 0,55 | - 0,47 | - 0,06 |
| 4) | - 0,12 | + 0,19 | - 0,02 | - 0,69 | - 0,52 |
| 5) | + 0,03 | + 0,10 | + 0,05 | - 0,78 | - 0,35 |
| 6) | - 0,48 | - 0,36 | - 0,36 | - 0,67 | - 0,37 |
| 7) | - 0,24 | - 0,08 | - 0,20 | - 0,34 | - 0,10 |
| 8) | + 0,52 | + 0,06 | + 0,18 | - 1,13 | - 0,23 |
| 9) | - 0,51 | - 0,47 | - 0,50 | - 0,29 | - 0,07 |
| 10) | - 0,10 | - 0,07 | - 0,10 | - 1,44 | - 0,44 |
| 11) | + 0,02 | - 0,08 | - 0,03 | - 0,38 | - 0,21 |
| | | | L. | | |
| 12) | - 0,02 | + 0,06 | + 0,05 | - 0,54 | - 0,46 |
| 13) | - 0,26 | - 0,32 | - 0,10 | - 0,08 | - 0,03 |
| 14) | - 0,63 | - 0,03 | + 0,11 | - 0,57 | - 0,28 |
| 15) | + 0,17 | - 0,01 | + 0,14 | - 1,42 | - 0,66 |
| 16) | - 0,15 | - 0,05 | - 0,14 | - 1,27 | - 0,49 |
| 17) | + 0,05 | + 0,06 | + 0,01 | - 0,32 | - 0,10 |
| 18) | - 0,42 | - 0,27 | + 0,08 | - 0,50 | - 0,21 |
| 19) | - 0,33 | - 0,21 | - 0,20 | - 0,18 | - 0,07 |
| 20) | - 0,22 | + 0,14 | + 0,08 | - 1,98 | - 1,44 |
| 21) | + 0,01 | 0,0 | + 0,33 | - 0,41 | - 0,35 |
| 22) | + 0,01 | + 0,16 | 0,0 | - 0,13 | - 0,10 |
| 23) | - 0,77 | - 0,36 | + 0,03 | - 1,42 | - 0,58 |
| 24) | - 0,11 | - 0,10 | - 0,10 | - 0,94 | - 0,26 |
| 25) | + 0,04 | + 0,17 | + 0,04 | - 1,41 | - 0,38 |
| 26) | + 0,07 | + 0,03 | + 0,11 | - 1,97 | - 0,38 |
| 27) | - 0,16 | + 0,04 | - 0,10 | - 0,64 | - 0,28 |
| 28) | - 0,10 | - 0,52 | - 0,02 | - 1,40 | + 0,40 |
| 29) | - 0,26 | - 0,29 | + 0,15 | - 0,60 | - 0,10 |
| 30) | - 0,33 | - 0,24 | - 0,24 | 0,0 | + 0,08 |
| 31) | - 0,08 | + 0,54 | + 0,20 | - 1,42 | - 1,32 |
| 32) | - 0,27 | + 0,11 | - 0,14 | - 1,84 | - 0,92 |

Tab. 1. Teil I) Temperaturveränderungen am Gaumen nach Einsetzen der Prothesen
Teil II) Differenz der Sublingualtemperatur zu der des unbedeckten Gaumens
(Erklärung der Abkürzungen Seite 52)

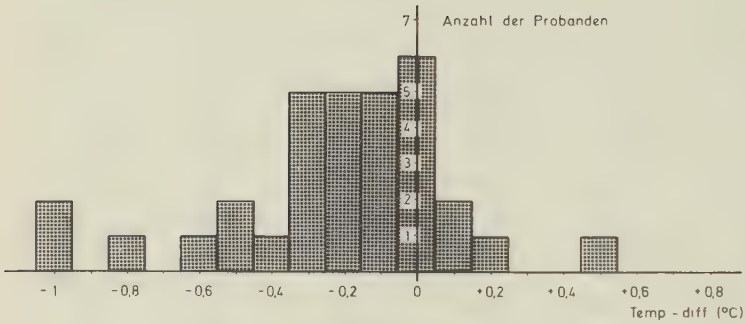



Abb. 8 Temperaturveränderungen an der Raphe mediana nach Einsetzen der Prothesen

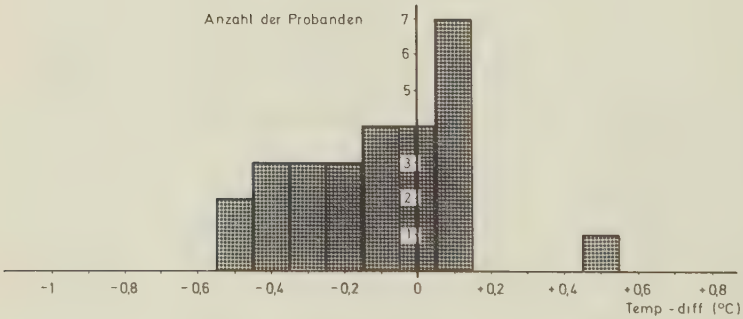
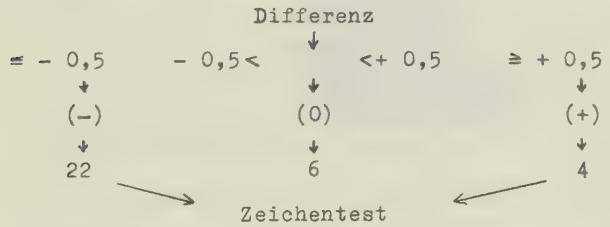


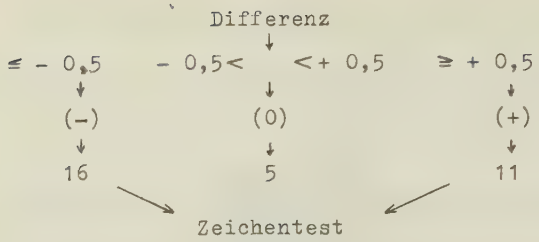

Abb. 9 Temperaturveränderungen am Foramen palatinum majus nach Einsetzen der Prothesen

Es war zu untersuchen, ob sich durch das Einsetzen der Prothesen die Temperatur der Gaumenschleimhaut verändert. Zur statistischen Auswertung wurde der "Zeichentest" herangezogen, mit dessen Hilfe sich feststellen läßt, wie weit die Veränderungen nach (–) oder (+), d.h. Abkühlung oder Erwärmung rein zufällig zustande gekommen sein können. Wie vorher erwähnt, liegt der Gesamtmeßfehler bei 0,1°C, es wurden also alle Meßwerte, die zwischen - 0,05 und + 0,05 liegen zum Nullwert gerechnet; die Anzahl der auswertbaren Meßergebnisse verringert sich damit bei der ersten Messung an der Raphe um 6 Werte. Von den restlichen 26 Werten sind 22 negativ und 4 positiv.




Für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $2\alpha = 0{,}01$ findet man in den Tabellen für den Zeichentest (5) die Schranken 6 - 20, das heißt, daß eine Abkühlung an der Raphe mediana durch Einsetzen der Prothese mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % statistisch gesichert ist.

Für den Meßpunkt am Foramen palatinum majus führt der Test zu folgender Überlegung:




Da es sich dieses Mal um 27 auswertbare Stichproben handelt, liegen die Signifikanzschranken für $2\alpha = 0{,}01$ bei 6 - 21, für $2\alpha = 0{,}05$ bei 7 - 20; es läßt sich also an der Gaumenschleimhaut im Bereich der Arteria palatina nach Einsetzen der Prothese ein Überwiegen von Abkühlung oder Erwärmung mit statistischen Mitteln nicht nachweisen.

Die Temperaturen der Gaumenschleimhaut sind an der Raphe mediana am niedrigsten, an den Foramina palatini im Bereich des Austritts der Arteria palatina und Arteria incisiva am höchsten und liegen im übrigen harten Gaumen dazwischen (JUNG, H.D., 15; eigene Untersuchungen). Die Meßergebnisse zeigen bei prothesenbedeckter Schleimhaut eine eindeutige Abkühlung an den kühlsten Gaumenstellen - allerdings um wenige zehntel Grad -, an den wärmsten läßt sich eine Abkühlung oder eine Erwärmung nicht nachweisen. Die übrigen Stellen im Gaumenbereich, die in ihren Temperaturwerten zwischen diesen beiden Grenzen liegen müssen (Meßreihe M.), tendieren je nach arterieller Versorgung und Gewebsbeschaffenheit mehr zu der einen oder der anderen Grenze, eine Temperaturerhöhung kann nach den vorliegenden Meßergebnissen jedoch nicht angenommen werden.

Die Untersuchung der eingeschlossenen Luft in der Mundhöhle auf eine Temperaturveränderung durch das Tragen einer totalen Oberkieferprothese (Meßreihe L., Abb. 10) ergibt keinen Anhalt auf Erhöhung oder Erniedrigung. Die Differenzen liegen eng um den Nullpunkt.

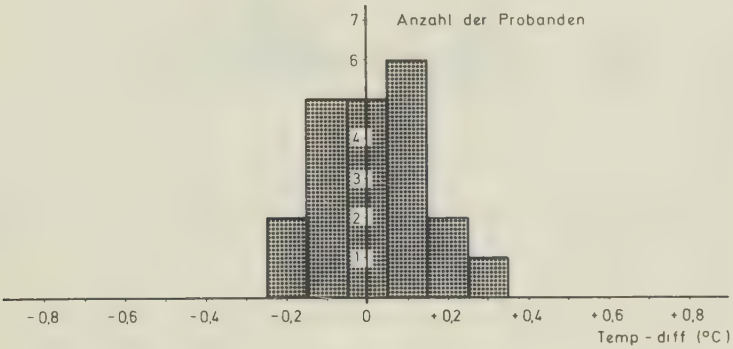



Abb. 10 Temperaturveränderung der Luft in der Mundhöhle nach Einsetzen der Prothesen

Aus Teil II der Tabelle geht hervor, daß die Temperaturen des unbedeckten Gaumens immer und an jeder Stelle deutlich unter den Sublingualtemperaturen liegen. Die Abbildungen 11 und 12 verdeutlichen dieses und zeigen außerdem die großen physiologischen Schwankungen, die zwischen Zungen- und Gaumentemperatur auftreten können.

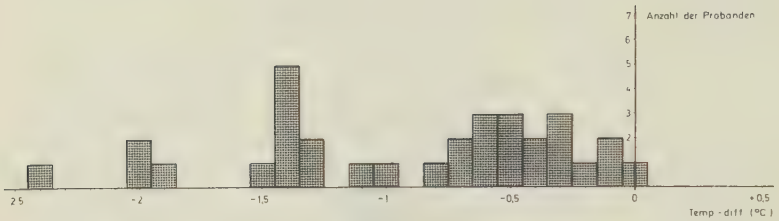



Abb. 11 Temperatur der Gaumenschleimhaut an der Raphe in bezug zur Sublingualtemperatur

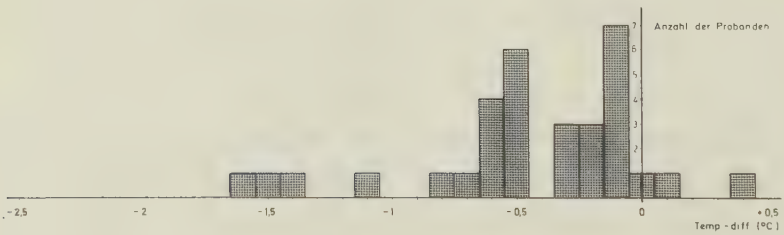



Abb. 12 Temperatur der Gaumenschleimhaut am Foramen palatinum majus in bezug zur Sublingualtemperatur

## IV. DISKUSSION

Die bisherigen Untersuchungen über die Wärmestauung kamen zu unterschiedlichen Ergebnissen, was sich durch die verschiedenen Meßmethoden erklären läßt.

Die Untersuchungen WANNENMACHERS (45, 46) wurden bei unterschiedlichen Krankheitsbildern vorgenommen: bei Prothesenintoleranz ebenso wie bei Prothesenstomatopathien verschieden starker Ausprägung. Es wurden Temperaturen von 37,0 - 40,6°C am Gaumen gemessen; es läßt sich jedoch nicht mehr feststellen, bei welchem klinischen Bild welche Temperaturen gemessen wurden und ob diese durch die Bedeckung mit einer Prothese zustandegekommen sind. Um das zu beweisen, muß als Bezugstemperatur die des unbedeckten Gaumens angegeben werden. Es ist möglich, daß die beschriebenen Temperaturen bei stark entzündeter Schleimhaut auftreten - wie aus der allgemeinen Entzündungslehre her bekannt ist -, nur die Folgerung, daß diese Temperaturen durch die thermoisolierende Wirkung des Prothesenkunststoffes hervorgerufen wurden, ist mit dieser Untersuchung nicht bewiesen worden. Die Hypothese der Wärmestauung unter Kunststoffprothesen führte weiterhin zu der Annahme, daß die häufig auftretenden Brennsymptome auch bei klinisch einwandfreier Gaumenschleimhaut durch eine materialbedingte Thermoisolierung hervorgerufen werden.

Die Untersuchungen von VAN THIEL und KLÖTZER (43) über Gaumentemperaturen vor und nach dem Einsetzen der

Prothesen wurden an einem Patientenmaterial ohne Auswahl nach einem bestimmten Krankheitsbild vorgenommen. Sowohl Abkühlungen als auch Temperaturerhöhungen von ± 1°C gegenüber der Temperatur des unbedeckten Gaumens wurden gemessen; bei Temperaturerhöhungen wurde die Körpertemperatur als obere Grenze nicht überschritten. Eine Wärmestauung wird aus diesem Grund ausgeschlossen. Es fehlt jedoch der Hinweis, daß die Temperaturen einer Meßreihe jeweils an derselben Meßstelle bestimmt wurden. Dies ist wichtig, da am harten Gaumen an verschiedenen Stellen Temperaturunterschiede bis zu 3°C auftreten, eine Tatsache, die bei der vergleichenden Temperaturmeßtechnik Berücksichtigung finden muß, da sonst der Meßfehler größer ist als die gefundenen Temperaturdifferenzen.

VIRTANEN und HOLMBERG (44) verglichen die Temperaturen der prothesenbedeckten Schleimhaut mit der Sublingualtemperatur und fanden in keinem Fall Werte, die die Sublingualtemperatur überschritten, weshalb sie eine Wärmestauung ausschlossen. Da die Gaumentemperatur aber über 2°C niedriger sein kann als die Sublingualtemperatur, ist eine Temperaturerhöhung in diesen Grenzen möglich, fand aber keine Berücksichtigung, da die Fragestellung sich nur auf eine Wärmestauung bezog, d.h. auf eine Temperaturerhöhung über die Sublingualtemperatur hinaus.

FUHR und JUNG (15) fertigten für ihre Untersuchungen Probanden Prothesen mit unterschiedlichen Konstruktions-

merkmalen an (Paladon, Paladur; dünn, dick; poliert, unpoliert). Eine Aussparung an einer Gaumenseite ermöglichte die gleichzeitige Messung der bedeckten und der unbedeckten Gaumenschleimhaut. Sie fanden unter dünnen Paladon- und dicken Paladurplatten Temperaturerhöhungen und unter dicken Paladon- und dünnen Paladurplatten Temperaturerniedrigungen an der Gaumenschleimhaut, ein Ergebnis, das sich einer logischen Erklärung entzieht. Eine statistisch gesicherte Signifikanz zwischen den Temperaturwerten der bedeckten und der unbedeckten Gaumenschleimhaut konnte nicht ermittelt werden. Die Methode, gleichzeitig die Temperatur an der unbedeckten Gaumenseite zu messen, ist sicher problematisch, da Temperaturunterschiede an kongruenten Gaumenpunkten bis zu 1,7°C auftreten können.

Da außer bei WANNENMACHER die Untersuchungen nur bei Probanden ohne Krankheitserscheinungen bzw. in wenigen Fällen bei klinisch entzündeter Gaumenschleimhaut vorgenommen wurden, bleibt die Frage offen, inwieweit Temperaturerhöhungen wie behauptet als Ursache für das Krankheitsbild der Prothesenintoleranz anzusehen sind.

Die eigenen Untersuchungen wurden deshalb bei Patienten mit dem Erscheinungsbild der Prothesenintoleranz durchgeführt. Da absolute Temperaturmessungen an der Gaumenschleimhaut wegen der Vielzahl der sie beeinflussenden Faktoren auf große Schwierigkeiten stoßen, bieten sich die vergleichenden Temperaturmeßverfahren an. Hierbei kann man wählen

zwischen der zeitkonstanten Methode, bei der an zwei korrespondierenden Gaumenstellen gleichzeitig gemessen wird und der ortskonstanten, bei der die Messungen an derselben Stelle aber zeitlich versetzt vorgenommen werden. Der zeitkonstanten Vergleichsmessung haftet der Nachteil an, daß die Gaumentemperaturen auf beiden Seiten der Mittellinie an deckungsgleichen Punkten Temperaturdifferenzen bis 1,7°C aufweisen können. Genauere Ergebnisse liefert die Messung an denselben Schleimhautpunkten. Durch die zeitliche Verschiebung kommt ein geringerer Meßfehler von nur maximal 0,9°C zustande, weshalb diese Methode zu bevorzugen ist. Es ist allerdings darauf zu achten, daß genau derselbe Meßpunkt wiederaufgesucht wird, da an anderen Orten des Gaumens die Temperaturen bis zu 3°C abweichen können. Diese Bedingungen wurden für die eigene Untersuchungsmethode gefordert, weichen aber von denen früherer Untersucher ab und machen die eigenen Ergebnisse mit denen anderer Autoren nur bedingt vergleichbar. Trotzdem lassen sich einige Gemeinsamkeiten feststellen.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse stimmen mit denen von VAN THIEL und KLÖTZER, FUHR und JUNG sowie VIRTANEN und HOLMBERG dahingehend überein, daß die Temperaturen der unbedeckten wie der bedeckten Gaumenschleimhaut unter denen der Sublingualtemperatur liegen. Sie bestätigen somit den Verdacht, daß auch bei der Prothesenintoleranz eine Wärmestauung auszuschließen ist. Es wäre jedoch möglich, daß nicht nur eine Wärmestauung (d. h. eine Temperaturerhöhung über die Körpertemperatur hinaus), sondern

schon eine weit geringere Temperaturerhöhung unter der Prothese die beschriebenen Mißempfindungen auslösen könnte. Um dieser Möglichkeit nachzugehen, wurde die genaueste Vergleichsmessung, nämlich die nach der ortskonstanten Methode verwendet. Bei geschlossenem Mund wurden die Gaumentemperaturen an der kühlsten und der wärmsten Stelle vor und nach dem Einsetzen der Prothese bestimmt.

Die niedrigsten Temperaturen findet man an der Raphe mediana, die höchsten an dem Foramen palatinum majus und an dem Foramen incisivus, den Austrittspunkten der großen Gaumenarterien. Die Temperaturen der übrigen Gaumenschleimhaut liegen zwischen diesen beiden Grenzwerten.

Eine Stabilisierung der Meßfühler am unbedeckten Gaumen zusammen mit der Anfärbung der Gaumenschleimhaut garantieren eine Vergleichsmessung an derselben Schleimhautstelle. Die Vorwärmung von Meßfühlern und Prothese hält die Beeinflussung der Schleimhauttemperatur durch die Wärmekapazität der sie berührenden Gegenstände gering und die Einstellzeit des Thermometers kurz. Der Gesamtmeßfehler, der sich zusammensetzt aus dem Meßfehler der Meßinstrumente und der physiologischen Temperaturveränderung während der Dauer der Messung, ist bei dieser Methode am kleinsten und muß mit $\pm$ 0,05°C angenommen werden.

Die auf diese Art ermittelten Meßergebnisse zeigen einen signifikanten Temperaturabfall an den kühlsten Gaumenstellen, der durch das Einsetzen der Prothesen hervorgerufen wird. Temperaturerniedrigungen wurden auch von

VAN THIEL und KLÖTZER sowie FUHR und JUNG bei einer größeren Zahl von Untersuchungen festgestellt. Am Foramen palatinum majus, dem wärmsten Ort am Gaumen, liegen die Temperaturen nahe der Sublingualtemperatur. Sie verändern sich durch die Bedeckung mit der Prothese weniger stark als an der Raphe mediana, und das Überwiegen von Abkühlung oder Erwärmung läßt sich mit statistischen Mitteln nicht nachweisen. Dieses Ergebnis stimmt mit den Erfahrungen von FUHR und JUNG, die ihre Meßergebnisse auch statistisch auswerteten, überein. VAN THIEL und KLÖTZER nahmen keine statistische Auswertung vor, aus ihren Ergebnissen läßt sich aber eher auf ein Überwiegen der Temperaturerhöhung schließen. Wie beschrieben machen methodische Unterschiede diese Abweichungen erklärlich.

Die Temperaturen der übrigen Gaumenschleimhaut liegen zwischen den beiden Grenzwerten an der Raphe mediana und dem Foramen palatinum majus. Auch ihr Temperaturverhalten nach Bedeckung mit der Prothese liegt nachgeprüft und logischerweise zwischen dem der Grenzwerte. Daraus folgt, daß an der gesamten Gaumenschleimhaut eine Temperaturerhöhung nicht nachgewiesen werden kann, an gewissen Punkten im Bereich der Raphe mediana sogar mit Temperaturerniedrigungen - allerdings um wenige zehntel Grad - gerechnet werden muß.

Diese Ergebnisse lassen sich zum größten Teil theoretisch erklären. Ein Körper mit einer bestimmten Temperatur und Wärmemenge kann seine Temperatur nicht ändern, auch wenn man ihn allseitig gut isoliert. Wärmeisolation bedeu-

tet, den Verlust von Wärme zu verhindern. Dazu ist aber eine kühlere Umgebung Voraussetzung. Ist die Umgebung dagegen gleich warm oder wärmer, ändert sich an den Wärmeverhältnissen gar nichts bzw. wird die Wärmeaufnahme aus der Umgebung behindert. Auf den Gaumen angewendet bedeutet es folgendes: Da die Temperatur der Gaumenschleimhaut in der Regel niedriger ist als die der Zunge, muß bei geschlossenem Mund die Luft in der Mundhöhle nach einer gewissen Zeit eine Temperatur annehmen, die zwischen der der beiden anliegenden Gewebe liegt, d.h. es besteht ein Temperaturgefälle von der Zunge zum Gaumen hin. Durch Isolierung der Gaumenschleimhaut mittels einer Kunststoffplatte läßt sich also theoretisch keine Temperaturerhöhung, sondern im Gegenteil eine Temperaturerniedrigung erwarten, da der Gaumen von der wärmeren Umgebung isoliert wird. Dieser Effekt wird noch durch einen anderen Mechanismus verstärkt. Wie in einem Vorversuch gezeigt werden konnte, wird die Temperatur des Gaumens auch von der Nasenhöhle her durch die kühle Inspirationsluft beeinflußt. Das erklärt, warum sich die Gaumenschleimhaut auch nach längerer Erwärmung bei geschlossenem Mund immer wieder auf ihre alte Temperatur abkühlt. Dieser Effekt tritt naturgemäß an den Gaumenbezirken, die dem Nasenboden am nächsten liegen, stärker auf als z.B. im Bereich des Foramen palatinum majus, wo er kaum meßbar ist.

Die in einigen Fällen gemessenen Temperaturerhöhungen nach Einsetzen der Prothese traten hauptsächlich am Foramen palatinum majus, also an der Austrittsstelle der Arteria

palatina auf. Der Kühlungsmechanismus der Nasenhöhle tritt hier kaum mehr in Erscheinung. Dies alleine ist jedoch noch kein Grund für eine Temperaturerhöhung. Eine mögliche Erklärung wäre, daß durch die Messung hervorgerufene Faktoren, die bisher zur Erklärung einer Temperaturerhöhung dienten, wie z.B. mechanische oder psychische Einflüsse auf die Hautdurchblutung, zwar an allen Meßstellen einen gewissen Einfluß ausüben können, der jedoch an den "gekühlten" Gaumenbereichen überlagert wird und nur an den wärmeren und "ungekühlten" Orten meßbar wird.

Anders ist es bei der akuten Entzündung, bei der durch Beschleunigung der Stoffwechselvorgänge und des Blutdurchflusses Wärme im Gewebe erzeugt wird. Hierbei ist es unter Umständen möglich, daß sich das Temperaturgefälle umkehrt, was bedeutet, daß eine Isolation der Gaumenschleimhaut zu einer Temperaturerhöhung vielleicht sogar zu einer Wärmestauung führen kann. Dieser Effekt dürfte bei der Untersuchung WANNENMACHERS eine Rolle gespielt haben, konnte jedoch bei den nachfolgenden Untersuchungen, die von einem anderen Probandenmaterial ausgingen, nicht gefunden werden und muß durch die vorliegende Untersuchung auch in bezug auf die Prothesenintoleranz abgelehnt werden.

Um möglichst konstante Temperaturverhältnisse zu bekommen, wurden die Messungen bei geschlossenem Mund durchgeführt. Die hierbei gefundenen und auch von VAN THIEL und KLÖTZER sowie FUHR und JUNG angegebenen Temperaturdifferenzen liegen im Bereich von wenigen zehntel Grad. Wenn man bedenkt, daß nach einigen Atemzügen durch den Mund die Gau-

mentemperaturen auch unter der Prothese um einige Grad Celsius fallen, so wird deutlich, wie unbedeutend die ermittelten geringen Temperaturdifferenzen im Vergleich zu den relativ großen physiologischen Schwankungen am Gaumen sind.

In diesem Zusammenhang soll noch darauf hingewiesen werden, daß das Problem der Wärmestauung außer bei NYQUIST (31) nur in der deutschen Literatur vertreten zu sein scheint. Trotz intensiven Studiums der ausländischen, speziell der anglo-amerikanischen Literatur, konnte kein Hinweis in der Ätiologie der "denture stomatitis" und der "full denture intolerance" festgestellt werden, obwohl die bekannte Symptomatik wie "burning, soreness, dryness, throbbing" usw. häufig beschrieben werden.

## V. ZUSAMMENFASSUNG

Eine durch die thermoisolierende Wirkung des Prothesenkunststoffes hervorgerufene Wärmestauung vor allem unter totalen Oberkieferprothesen wird in der Literatur häufig für Mißempfindungen verantwortlich gemacht, die besonders durch ein starkes Brennen der Gaumenschleimhaut imponieren, ohne daß entzündliche Veränderungen festgestellt werden können. Dieses Krankheitsbild wird als Prothesenintoleranz bezeichnet. Es soll untersucht werden, ob hierfür Temperaturerhöhungen oder eine Wärmestauung verantwortlich gemacht werden können.

Die bisherigen Untersuchungen über das Problem der Wärmestauung werden beschrieben und diskutiert.

Um die Problematik von Temperaturmessungen an der Gaumenschleimhaut zu erkennen, wird auf die anatomischen und physiologischen Verhältnisse am Gaumen sowie auf die allgemeine Wärmephysiologie und die Temperaturen der Gaumenschleimhaut näher eingegangen. Aus den verschiedenen Meßmethoden der Hautthermometrie wird eine für diese Untersuchung günstige ausgewählt und beschrieben.

Vorversuche wurden zur Beurteilung der Meßgenauigkeit und zum besseren Verständnis der Temperaturverhältnisse am Gaumen angestellt.

Eine Wärmestauung oder Temperaturerhöhung, die durch Bedeckung der Schleimhaut mit einer Prothese auftritt, kann nur durch die Messung desselben Schleimhautpunktes vor und nach dem Einsetzen der Prothese unter gleichen Meßbedingungen nachgewiesen werden. Mit speziell für diesen Zweck

konstruierten Meßfühlern wurden 32 Untersuchungen bei Patienten mit Prothesenintoleranz vorgenommen. Es wurden die Temperaturveränderungen an der Gaumenschleimhaut, die durch das Einsetzen einer totalen Oberkieferprothese aus Kunststoff auftreten sollen, an drei praedestinierten Schleimhautpunkten bestimmt. Zur Ergänzung wurde die Sublingualtemperatur und die Temperatur der eingeschlossenen Luft in der Mundhöhle gemessen.

Diese Vergleichsmessungen an der unbedeckten und an der bedeckten Schleimhaut bei Patienten mit einer Prothesenintoleranz führen nach statistischer Auswertung zu folgenden Ergebnissen:

1. Die Temperaturen des harten Gaumens liegen unter denen der Sublingualtemperatur.

2. An der Raphe mediana finden sich die niedrigsten, am Foramen palatinum majus, dem Austrittspunkt der Arteria palatina, die höchsten Werte. Durch Einsetzen der Protnese kommt es an den kühlsten Gaumenstellen zu einer Abkühlung der Schleimhaut - allerdings um wenige zehntel Grad -, an den wärmsten Stellen läßt sich ein Überwiegen von Abkühlung oder Erwärmung nicht nachweisen.

3. Bei geschlossenem Mund besteht ein negatives Temperaturgefälle von der Zunge über den Gaumen bis zum Nasenboden. Eine thermische Isolierung des Gaumens kann theoretisch zu keiner Temperaturerhöhung führen.

Mit den Ergebnissen läßt sich beweisen, daß das Schleimhautbrennen und andere Mißempfindungen bei der Prothesenintoleranz nicht durch thermische Reize hervorgerufen werden, sondern die Ursachen in einem anderen - wahrscheinlich psycho-neurogenem Bereich - gesucht werden müssen, wofür sich viele Hinweise in der Literatur und in den Krankengeschichten finden lassen.

## VI. LITERATURNACHWEIS


1. ASCHOFF, J. Temperaturregulation in GAUER, O.: Physiologie des Menschen, Bd. 2, 43-112; Urban u. Schwarzenberg, München, Berlin, Wien 1971

2. BALTERS, W. Die Bedeutung von Zahnverlust und Zahnersatz für den Patienten - von der Psychologie her gesehen Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 112-120 (1956)

3. BÖTTGER, H. Zur Diagnose und Therapie von Schleimhautschädigungen, die unter dem Einfluß von Prothesen entstehen können Zahnärztl. Rundsch. 64, 514 (1955)

4. DAVENPORT, J.C. The oral distribution of candida in denture stomatitis Brit. dent. J. 129, 151 (1970)

5. Documenta geigy, Wissenschaftliche Tabellen S. 105; Geigy, Basel 1969

6. DOLDER, E. Zur Psychologie des Zahnverlustes und des Zahnersatzes Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 469-477 (1956)

7. EDER, F.X. Moderne Meßmethoden der Physik Bd. 2, Verlag der Wissenschaften, Berlin 1964

8. FINKE, J. Zur psychischen Problematik des Zahnverlustes und Zahnersatzes Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 578-590 (1969)

9. FRANKE, J. Über die Temperaturmessungen an der Zahnumgebung und ihre Bedeutung für die Kenntnis der Durchblutungsverhältnisse des gesunden und erkrankten Paradentiums Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 1368-1375 (1951)

10. FRANKE, J. Über die verschiedenartige Reizbeantwortung des gesunden und erkrankten Paradentiums - beurteilt nach der Gewebetemperaturveränderung
Dtsch. zahnärztl. Z., Forum 1, 225-231 (1954)

11. FRANKE, J. Über die Struktur und Funktion der Endstrombahn bei parodontalen Erkrankungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 12, 177-192 (1964)

12. FRERICH, G. Die Temperatur der Mundschleimhaut und ihre Veränderung bei pathologischen Prozessen
Med. Diss. Bonn 1956

13. FREUD, S. Symbolik im Traum
zit. nach PETERHANS (32)

14. FRÖHLICH, E. Ist die Inkorporation einer Prothese patnologisch-anatomisch möglich?
Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 578-590 (1969)

15. FUHR, K. und JUNG, H.D. Der Einfluß von Kunststoffplatten auf die Temperatur der Gaumenschleimhaut
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1327-1333 (1967)

16. GASSER, F. Reaktionen der Mundschleimhaut durch Materialeinwirkungen von totalen Prothesen
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 9, 985-1006 (1970)

17. GOLENHOFEN, K., HENSEL, H. und HILDEBRANDT, G. Durchblutungsmessung mit Wärmeleitelementen
Thieme, Stuttgart 1963

18. HENSEL, H. Kritische Betrachtungen der Messung der Hautdurchblutung mit thermischen Methoden
Klin. Wschr. 47/48, 1273-1276 (1956)

19. HENTZE, A. Die Entzündung der Mundschleimhaut in MISCH, J.: Fortschr. Zahnhk. Bd. 2, Teil 1, 600-633 (1926)

20. HERRMANN, D. Über unerwünschte Einflüsse bei der Verwendung von Kunststoffen als Prothesenmaterial in EICHNER, K.: Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung Hüthig, Heidelberg 1974

21. HERRMANN, D. persönliche Mitteilung (1973)

22. HERRMANN, M. Temperaturverhältnisse an der Mundschleimhaut, der Zunge und den Zähnen Dtsch. zahnärztl. Z. 10, 539-543 (1953)

23. ILLIG, L. Grundsätzliches über Bau, Funktion und Störungen der terminalen Strombahn Dtsch. zahnärztl. Z. 19, 165-177 (1964)

24. IPSEN, J. Hauttemperaturen Thieme, Leipzig 1936

25. JUNG, F. Über die Reaktion des Gebisses auf Gaumenplatten Dtsch. zahnärztl. Z. 12, 688 (1957)

26. JUNG, F. und HUPFAUF, L. Reaktionsvermögen des Mundhöhlengewebes auf exogene Faktoren mit klinischen Hinweisen und therapeutischen Vorschlägen Dtsch. zahnärzt. Z. 16, 615-624 (1961)

27. KÜHL, W. Zur Ätiologie und Differentialdiagnose der Stomatitis prothetica Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 158-160 (1966)

28. LANGER, H. Die Prothesenintoleranz der Mundschleimhaut Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 849-852 (1960)

29. MAHER, W.P. u. SWINDLE, P.D.
Palatal vessels related to maxillary complete dentures
J. prosth. dent. 2, 143-155 (1969)

30. NEILL, D.J.
Symposium on denture sore mouth
Dent. pract. 4, 135-138 (1965)

31. NYQUIST, G.
A study of denture sore mouth
Acta. odont. scand. 10, suppl. 9 (1952)

32. PERNKOPF, E.
Topographische und praktische Anatomie des Mundhöhlenbereiches
in HÄUPEL, K.: Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Bd. 1, 1-168, Urban u. Schwarzenberg, München, Berlin, Wien 1953

33. PETERHANS, D.
in MENG, H.: Psychologie in der zahnärztlichen Praxis
Huber, Bern, Stuttgart 1952

34. RATSCHOW, M.
Die Mundschleimhaut als Spiegel innerer Krankheiten
Dtsch. zahnärztl. Z. 9, Teil II 73-81 (1954)

35. REITHER, W.
Die Prothesenstomatopathien - ein polyätiologisches Krankheitsbild
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 851 (1968)

36. REITHER, W.
Mundschleimhautmykosen und Prothesenstomatitis
Dtsch. zahnärztl. Z. 14, 705 (1959)

37. RITCHIE, G.M. et al.
The etiology, exfoliativ cytology and treatment of denture stomatitis
J. prosth. dent. 22, 185 (1969)

38. SCHUERMANN, H. — Krankheiten der Mundschleimhaut und der Lippen
Urban u. Schwarzenberg, München, Berlin, Wien 1958

39. SCHMIDT, P. u. KAIRIES, A. — Über die Entstehung von Erkältungskatarrhen und eine Methode zur Bestimmung der Schleimhauttemperaturen
Fischer, Jena 1932

40. SETZ, D. und OWASSAPIAN, S. — Temperaturmessung unter Kunststoffprothesen
Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 411-414 (1973)

41. TURRELL, A.J.W. — Aetiology of inflamed upper denture - bearing tissues
Brit. dent. J. 120, 542 (1969)

42. UHLIG, H. — Zahnersatz für Zahnlose
Die Quintessenz, Berlin 1970

43. VAN THIEL, H. u. KLÖTZER, W. — Zur sogenannten Wärmestauung unter Kunststoffprothesen
Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 113-119 (1962)

44. VIRTANEN, K. u. HOLMBERG, S.M. — Temperatures of mucosa underlying complete maxillary dentures
Suom. hammaslääk. seur. toim. 63, 212-218 (1967)

45. WANNENMACHER, E. — Die Prothese als schädigender Faktor durch Reizwirkung auf die Gaumenschleimhaut
Dtsch. zahnärztl. Z. 9, Teil II, 89 - 104 (1954)

46. WANNENMACHER, E. — persönliche Mitteilung (1973)

## VII. ANHANG

(Anamnese, Befunde und Meßergebnisse)

Es bedeuten:

| | | |
|---|---|---|
| SE | : | subjektive Erscheinungen |
| AA | : | allgemeine Anamnese |
| OE | : | objektive Erscheinungen |
| Schlh | : | Farbe der Gaumenschleimhaut |
| Pkz | : | Prothesenkennzeichen |
| TO | : | totale Oberkieferprothese |
| PU | : | partielle Unterkieferprothese |
| OK | : | Oberkiefer |
| UK | : | Unterkiefer |
| R. | : | Temperatur des Meßpunktes auf der Raphe mediana ($^{o}$C) |
| A. | : | " " " im Bereich des Austrittspunktes der Arteria palatina ($^{o}$C) |
| M. | : | " " " am Übergang zur Drüsengewebszone ($^{o}$C) |
| L. | : | " der eingeschlossenen Luft in der Mundhöhle ($^{o}$C) |
| unbed | : | bei unbedeckter Gaumenschleimhaut |
| bed | : | " bedeckter " |
| Subling | : | Sublingualtemperatur ($^{o}$C) |

1) Pat.: L.S. 77 Jahre alt Pat.Nr. 6292/69

SE : Prothesenträger seit 14 Jahren, Brennen und "ekliger Geschmack" seit Neuanfertigung der Prothese vor 4 Jahren

AA : Koronarinsuffizienz, Konzentrationsschwäche, Vergeßlichkeit, Schlaflosigkeit, innere und äußere Unruhe, Kopfschmerz

OE : Schlh: blaßrosa, Pkz: TO, TU, Acrylat, Paßform zufriedenstellend

| | R. | A. | M. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 33,68 | 34,63 | 34,37 |
| bed : | 33,47 | 34,75 | 34,25 |
| Subling: | 36,11 | | |

2) Pat.: H.L. 62 Jahre alt Pat.Nr. 3481/72

SE : Hitze- und Spannungsgefühl im OK seit Eingliederung der TO vor 3 Jahren, Linderung für kurze Zeit durch Einsetzen einer zweiten kühlen Prothese

AA : Schlaflosigkeit, Übergewicht

OE : Schlh: rosa, Restzahnbestand 6- bis -4, Pkz: TO Acrylat, PU Modellguß, Paßform zufriedenstellend

| | R. | A. | M. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,80 | 36,25 | 35,85 |
| bed : | 34,85 | 35,84 | 35,03 |
| Subling: | 36,35 | | |

3) Pat.: A.G. 75 Jahre alt Pat.Nr. 564/73

SE : Seit 6 Jahren Brennen und Hitzegefühl unter beiden Prothesen, Mund voller weißer Flüssigkeit, Bläschenbildung

AA : Arteriosklerose, periphere Durchblutungsstörungen, schlechter Schlaf

OE : Schlh: blaßrosa, Speichel wenig, serös; Pkz: TO und TU Acrylat, Paßform zufriedenstellend

| | R. | A. | M. |
|---|---|---|---|
| unbed | 36,11 | 36,52 | 36,11 |
| bed | 35,13 | 36,34 | 35,63 |

Subling: 36,58

4) Pat.: E.S. 69 Jahre alt Pat.Nr. 5137/72

SE : Erste totale Prothese vor 2 Jahren, seitdem Brennen des Mundes

AA : Arteriosklerose, Glaukom, Colitis, äußere Unruhe

OE : Schlh: blaßrosa

Pkz : TO, TU, Acrylat, Paßform sehr gut

| | R. | A. | M. |
|---|---|---|---|
| unbed | 36,02 | 36,19 | 36,07 |
| bed | 35,90 | 36,38 | 36,05 |

Subling: 36,71

5) Pat.: I.R. 62 Jahre alt Pat.Nr. 7669/72

SE : Brennen der linken Gaumenseite seit Eingliederung der ersten Prothese vor 5 Jahren

AA : aufsteigende Hitze, früher starke klimakterische Beschwerden

OE : Schlh: blaßrosa

Pkz : TO, TU, Acrylat klar, Paßform gut

| | R. | A. | M. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,52 | 35,95 | 35,72 |
| bed : | 35,55 | 36,05 | 35,83 |
| Subling: | 36,30 | | |

6) Pat.: M.L. 84 Jahre alt Pat.Nr. 5321/72

SE : Seit Eingliederung der ersten totalen Prothesen vor 2 Jahren starkes Brennen des Gaumens

AA : Niereninsuffizienz, Adipositas

OE : Schlh: blaßrosa

Pkz : TO, TU, Acrylat, Paßform gut

| | R. | A. | M. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,93 | 36,23 | 35,80 |
| bed : | 35,45 | 35,87 | 35,46 |
| Subling: | 36,60 | | |

7) Pat.: E.S. 68 Jahre alt Pat.Nr. 3836/72

SE : Schraubstockgefühl, durch OK-Prothese ausgelöste Hitze und "Verkrampfung im Gaumen" seit Eingliederung der ersten Prothese vor 4 Jahren

AA : Bluthochdruck, Durchblutungsstörungen des Herzmuskels und der Zehen, innere Unruhe, klimakterische Beschwerden

OE : Schlh: blaßrosa

Pkz : TO, TU, Luxene, gaumenfrei, Paßform zufriedenstellend, vertikale Dimension 3 mm zu hoch

| | R. | A. | M. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 36,12 | 36,36 | 36,23 |
| bed : | 35,88 | 36,28 | 36,04 |

Subling: 36,46

8) Pat.: L.S. 71 Jahre alt Pat.Nr. 1468/70

SE : Seit 12 Jahren Prothesenträger, von Anfang an Brennen des Gaumens und der Zungenspitze, Trockenheit und Schraubstockgefühl am OK, Prothese wird als Fremdkörper empfunden, auch bei Modellgußprothese gleiche Beschwerden

AA : Nervöse Herz- und Kreislaufbeschwerden, Einschlafstörungen, innere Unruhe

OE : Schlh: blaßrosa

Pkz : TO, TU, Acrylat, Paßform gut

| | R. | A. | M. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,52 | 36,42 | 36,08 |
| bed : | 36,00 | 36,48 | 36,26 |

Subling: 36,65

9) Pat.: C.L. 78 Jahre alt Pat.Nr. 5639/73

SE : Seit einem Jahr durch neue Prothesen ausgelöstes Brennen von Gaumen und Zunge; auch nach Herausnahme der Prothesen keine Besserung

AA : leichte Herzinsuffizienz, allergische Rhinitis, Glaukom

OE : Schlh: blaßrosa, im anterioren OK-Bereich Schlotterkammbildung, Restzahnbestand im OK 7+, 6+, +7, im UK anteriores Restgebiß, Pkz: PO Acrylat, PU Modellguß, Paßform gut

| | R. | A. | M. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 36,25 | 36,47 | 36,30 |
| bed : | 35,74 | 36,00 | 35,90 |

Subling: 36,54

10) Pat.: K.B. 85 Jahre alt Pat.Nr. 4864/73

SE : Seit einem Jahr nach Anfertigung einer neuen Prothese Brennen von Gaumen und Zungenspitze; "wenn man unter Leuten ist, ist alles weg," ebenso beim Lutschen einer Rosine

AA : Hypotonie, Herzinsuffizienz, Zerebralsklerose, Kopfschmerzen

OE : Schlh: blaßrosa, Pkz: TO, TU, Acrylat, gute Paßform

| | R. | A. | M. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,04 | 36,04 | 35,10 |
| bed : | 34,94 | 35,97 | 35,00 |

Subling: 36,48

11) Pat.: S.H. 77 Jahre alt Pat.Nr. 1028/71

SE : Mit neuen Prothesen vor 3 Jahren begannen die Beschwerden wie Druckschmerz am Gaumen, dadurch ausgelöste Kopfschmerzen, Brennen im OK links und vorn und auf dem UK-Kamm. Es ist eine Hitze im Mund, weshalb immer mit kaltem Wasser gespült werden muß; häufig Druckstellen

AA : chronische Gastritis, Herzinsuffizienz, Nephrose, Schlafstörungen

OE : Schlh: blaßrosa, Pkz: PO (7+ erhalten) und TU Acrylat, porös, Paßform ungenügend

| | R. | A. | M. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 36,42 | 36,59 | 36,45 |
| bed : | 36,44 | 36,51 | 36,42 |
| Subling: | 36,80 | | |

12) Pat.: M.K. 63 Jahre alt Pat.Nr. 7281/73

SE : TO seit 7 Jahren, seitdem Brennen des Gaumens, des UK, der Zunge und der Speiseröhre; beim Essen nicht

AA : Schilddrüsenunterfunktion, Arteriosklerose, Gedächtnis und Gehör schlecht

OE : Schlh: blaßrosa, Pkz: TO, TU, Acrylat, porös, 3-4 mm dick, Paßform gut

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,48 | 35,56 | 35,34 |
| bed : | 35,46 | 35,62 | 35,49 |
| Subling: | 36,02 | | |

13) Pat.: E.B. 65 Jahre alt Pat.Nr. 484/70

SE : Seit 7 Jahren mit Eingliederung der ersten Prothesen brennende Schmerzen am Gaumen bis zum Ohr ausstrahlend, Mundpartie ist verkrampft, nach Herausnahme der OK-Prothese sind die Schmerzen sofort weg; Globusgefühl, vier neue Prothesen in der Zwischenzeit brachten keine Besserung

AA : Halswirbelsäulensyndrom, Karotissiphonverkalkung

OE : Schlh: blaßrosa, Pkz: TO, TU, Acrylat klar, Paßform gut

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 36,07 | 36,12 | 36,13 |
| bed : | 35,81 | 35,80 | 35,63 |
| Subling: | 36,15 | | |

14) Pat.: E.K. 63 Jahre alt Pat.Nr. 6592/69

SE : Prothesenträger seit 36 Jahren, seit 10 Jahren Brennen von Gaumen, Zunge, Hals, Magen und Darm; Linderung durch Haftpulver

AA : Allergie auf Nickel und Obstsäure, Typhus-Dauerausscheider, Osteoporose, Osteochondrose, chronische Gastritis

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,78 | 36,07 | 35,95 |
| bed : | 35,15 | 36,04 | 36,06 |
| Subling: | 36,35 | | |

15) Pat.: I.J. 45 Jahre alt Pat.Nr. 8617/71

SE : Seit 3 Jahren Zahnersatz, bereits die dritten Prothesen, stetiges starkes Brennen und Brechreiz wenige Minuten nach dem Einsetzen; vor einer Woche Prothesenreparatur, seitdem ist es immer kalt am Gaumen; Gaumen ist sehr trocken

AA : häufig Magenbeschwerden, innere Unruhe

OE : Schlh: blaßrosa, im anterioren OK-Bereich leichte leukoplakische Veränderungen; starker Speichelfluß, mucös; Restzahnbestand 3-, -3, -4;

Pkz: TO, PU, Acrylat, Innenseite ausgeschliffen und poliert, Paßform sehr gut

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,10 | 35,86 | 35,43 |
| bed : | 35,27 | 35,85 | 35,57 |
| Subling: | 36,52 | | |

16) gleiche Patientin wie unter 15), Messung eine Woche später mit einer anderen Prothese aus "Luxene"; Brennen bei diesem Material unerträglich

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,35 | 36,13 | 35,78 |
| bed : | 35,20 | 36,08 | 35,64 |
| Subling: | 36,62 | | |

17) Pat.: H.E. 69 Jahre alt Pat.Nr. 3542/71

SE : Keine Gewöhnung an die 6 Jahre alten Prothesen, Brennen und Fremdkörpergefühl, durch Haftpulver leichte Besserung

AA : Herzinfarkt 1966, Angina pectoris, Tic facial, äußere Unruhe

OE : Schlh: blaßrosa

Pkz: TO, TU, Acrylat, Paßform ungenügend

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 36,15 | 36,37 | 36,28 |
| bed : | 36,20 | 36,43 | 36,29 |
| Subling: | 36,47 | | |

18) Pat.: F.H. 69 Jahre alt Pat.Nr. 1320/69

SE : Seit 4 Jahren Zahnersatzträger, von Beginn an Brennen des Gaumens und der Zungenspitze sowie Fremdkörpergefühl

AA : Ischiadicusneuralgie

OE : Schlh: blaßrosa, Restzahnbestand 3-, -3, Knopfanker, Pkz: TO, PU, Acrylat, Paßform gut

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,92 | 36,21 | 35,95 |
| bed : | 35,50 | 35,94 | 36,03 |
| Subling: | 36,42 | | |

19) Pat.: M.R. 79 Jahre alt Pat.Nr. 4717/63

SE : Jetzige Prothesen sind 12 Jahre alt, vor zwei Jahren begann plötzlich das Brennen; beim Essen und nach Herausnahme der Prothesen sofort Beschwerdefreiheit

AA : Hypertonie, Anacidität, Penicillinallergie, innere Unruhe, schlechte Merkfähigkeit

OE : Schlh: blaßrosa, Restzahnbestand 3-, -3,
Pkz: TO, PU, Acrylat, Paßform mangelhaft

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed | 36,12 | 36,23 | 35,97 |
| bed | 35,79 | 36,02 | 35,77 |
| Subling: | 36,30 | | |

20) Pat.: H.L. 81 Jahre alt Pat.Nr. 2485/62

SE : Prothesenträger seit 12 Jahren, seit einem Jahr Salzgeschmack und Brennen des Gaumens, zeitlich zusammenfallend mit dem Verlust der letzten OK-Zähne

AA : Herzinsuffizienz, Hyperacidität

OE : Schlh: blaßrosa, Restzahnbestand 3-, -3, -4
Pkz: TO, PU, Acrylat, Paßform im OK gut, im UK befriedigend

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed | 34,12 | 34,66 | 34,89 |
| bed | 33,90 | 34,80 | 34,97 |
| Subling: | 36,10 | | |

21) Pat.: C.P. 60 Jahre alt Pat.Nr. 1177/70

SE : Brennen unter der OK-Prothese seit 4 Jahren, vor 3 Jahren führten neue Prothesen aus "Andoran" zu leichter Besserung

AA : drei Herzinfarkte, Ulcus duodeni, Anacidität, Bluthochdruck (behandelt)

OE : Schlh: blaßrosa; im UK anteriores Restgebiß

Pkz : TO, PU, "Andoran", Paßform zufriedenstellend

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,80 | 35,86 | 35,69 |
| bed : | 35,81 | 35,86 | 36,02 |

Subling: 36,21

22) Pat.: A.K. 50 Jahre alt Pat.Nr. 5292/73

SE : schlechter Sitz der OK-Prothese, kein Brennen oder Mißempfindungen

AA : unauffällig

OE : Schlh: entzündlich rötlichblau verfärbt im Bereich der Auflageflächen der OK- und UK-Prothesen, Nachweis von Hefen und Pseudomycel, Epikutantest auf Monomer und Polymer negativ, auf Prothesenspäne positiv

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 36,44 | 36,47 | 36,41 |
| bed : | 36,45 | 36,63 | 36,41 |

Subling: 36,57

23) Pat.: A.P. 54 Jahre alt Pat.Nr. 805/71

SE : Teilprothese aus Kautschuk wurde früher toleriert, vor 15 Jahren durch Verlust der Frontzähne erweiterte OK-Prothese aus Kunststoff, seitdem Brennen der OK-Schleimhaut

AA : Klimakterische Beschwerden

OE : Schlh: blaßrosa; Restzahnbestand 7+, +7, 5-, -5, Pkz: PO, PU, Acrylat, Paßform gut

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,52 | 36,36 | 36,24 |
| bed : | 34,75 | 36,30 | 36,27 |
| Subling: | 36,94 | | |

24) Pat.: M.L. 82 Jahre alt Pat.Nr. 4481/63

SE : Seit 30 Jahren Prothesenträger, seit drei Jahren Brennen des Gaumens

AA : Herzinsuffizienz, chronische Gastritis, Arteriosklerose

OE : Schlh: blaßrosa, Pkz: TO, TU, Acrylat, Paßform zufriedenstellend

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,67 | 36,35 | 35,90 |
| bed : | 35,56 | 36,25 | 35,80 |
| Subling: | 36,61 | | |

25) Pat.: M.S. 71 Jahre alt Pat.Nr. 1565/62

SE : Seit 22 Jahren Prothesenträger, seit 6 Jahren Brennen der Gaumenschleimhaut, Speichelarmut, Kopfschmerzen, Durchfälle, Globusgefühl, Elimination bringt sofortige Linderung

AA : Depressionen, innere und äußere Unruhe, Gedächtnisschwäche

OE : Schlh: blaßrosa, Pkz: RO, TU, Acrylat, Paßform zufriedenstellend

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,10 | 36,13 | 35,12 |
| bed : | 35,06 | 36,30 | 35,14 |

Subling: 36,51

26) Pat.: M.S. 79 Jahre alt Pat.Nr. 2732/69

SE : zwei Jahre alte Prothese, aber erst seit einem Jahr starkes Brennen der gesamten Mundhöhle und der Lippen

AA : Herzklappenfehler, Anacidität, nachlassende Merkfähigkeit, äußere Unruhe

OE : Schlh: blaßrosa, Restzahnbestand 7-; Pkz: TO, PU, Acrylat, geringe Porositäten, Paßform gut

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 34,23 | 35,82 | 35,21 |
| bed : | 34,30 | 35,85 | 35,32 |

Subling: 36,20

27) Pat.: I.S. 74 Jahre Pat.Nr. 4846/71

SE : Mit dem ersten Zahnersatz vor über 20 Jahren begann das Brennen von Gaumen und Zunge, und zwar bei allen üblichen Prothesenmaterialien (Kautschuk, Chrom-Kobalt-Legierung, Acrylat); es klingt eine halbe Stunde nach Herausnahme ab

AA : Herzinsuffizienz, Trigeminusneuralgie des ersten und zweiten Astes linksseitig

OE : Schlh: blaßrosa, auf dem anterioren OK-Kamm rosa; Restzahnbestand -3, -4;
Pkz: TO, PU, Acrylat, Paßform gut

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 35,98 | 36,34 | 36,13 |
| bed : | 35,82 | 36,38 | 36,03 |
| Subling: | 36,62 | | |

28) Pat.: K.T. 72 Jahre alt Ohne Pat.Nr.

SE : Prothesenträger seit 16 Jahren, aber mit einer neuen Prothese vor zwei Jahren begannen Gaumen, Zunge und Lippen zu brennen, keine Besserung durch Elimination

AA : chronische Leberentzündung, Herzrhythmusstörungen, starke Unruhe, schlechter Schlaf, Untergewicht

OE : Schlh: blaßrosa, Pkz: TO, TU, Acrylat, Paßform mangelhaft

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 33,65 | 35,45 | 34,50 |
| bed : | 35,55 | 34,93 | 34,48 |
| Subling: | 35,05 | | |

29) Pat.: E.S. 72 Jahre alt Pat.Nr. 1988/57

SE : Seit 18 Jahren mit Eingliederung der ersten Prothesen Brennen der Oberkieferschleimhaut und Kopfschmerzen, beim Essen und nach Herausnahme wird es schlagartig besser, Allergieteste negativ, andere Materialien (Andoran) bewirken keine Besserung

AA : Zwerchfellhernie, Herzinsuffizienz, Platzangst, Depressionen, Schlafstörungen

OE : Schlh: blaßrosa, Lichen ruber planus der linken Wangenschleimhaut, Pkz: TO, TU, "Andoran"

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 36,10 | 36,60 | 36,50 |
| bed : | 35,84 | 36,31 | 36,65 |

Subling: 36,70

30) Pat.: U.R. 53 Jahre alt Pat.Nr. 2496/69

SE : Vor fünf Jahren begann mit der Eingliederung des ersten Zahnersatzes das Brennen des Ober- und Unterkiefers, das bis in die Arme ausstrahlt. Es sind Prothesen aus allen Materialien angefertigt worden (Stahl, Chrom-Kobalt-Legierung, Andoran, Paladon), doch bei keiner trat eine Besserung ein, obwohl alle gut gepaßt haben.

AA : ohne Besonderheiten

OE : Schlh: blaßrosa, Restzahnbestand im UK von 2- bis -5; Pkz: TO, PU, Acrylat, Paßform gut

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 36,10 | 36,22 | 35,98 |
| bed : | 35,77 | 35,98 | 35,74 |

Subling: 36,10

31) Pat.: A.S. 70 Jahre alt Pat.Nr. 781/74

SE : Vor 2 1/2 Jahren begann mit der Eingliederung der ersten Prothese ein leichtes Brennen, deshalb Neuanfertigung vor einem Jahr, seitdem starkes Zungen- und Gaumenbrennen und Trockenheit des Mundes; beim Essen nehmen die Beschwerden zu

AA : schwache polyartritische Symptome, Allergieteste negativ

OE : Schlh: blaßrosa, Restzahnbestand -2, -3, -4, Speichelmenge normal, Pkz: TO, TU, Acrylat, Paßform zufriedenstellend

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 34,76 | 34,86 | 35,40 |
| bed : | 34,68 | 35,40 | 35,60 |
| Subling: | 36,18 | | |

32) Pat.: E.S. 71 Jahre alt Pat.Nr. 4556/73

SE : Protnesenträger seit 15 Jahren, aber erst seit einem Jahr besteht schmerzhaftes Brennen der gesamten Mundhohle

AA : seit Tod des Ehemannes vor einem Jahr mannigfache Beschwerden wie Depressionen, Nervosität, Schlafstörungen, wechselnde Schmerzzustände

OE : Schlh: blaßrosa, Pkz: TO, TU, Acrylat, Paßform zufriedenstellend

| | R. | A. | L. |
|---|---|---|---|
| unbed : | 33,74 | 34,68 | 34,60 |
| bed : | 33,47 | 34,77 | 34,46 |
| Subling: | 35,60 | | |

Herrn Prof. Dr. Dr. D. Herrmann danke ich herzlich für seine wertvollen Ratschläge und seine freundliche Unterstützung.

Für die statistische Beratung danke ich Herrn Prof. Dr. Dr. G. Fuchs, Leiter des Instituts für medizinische Statistik und Dokumentation an der Freien Universität Berlin.

Lebenslauf

| | |
|---|---|
| 11.11.1946 | geboren in Georgsmarienhütte, Kreis Osnabrück, als Sohn des Ingenieurs Kurt Buder und seiner Ehefrau Hilda Buder, geb. Hein |
| 1953 - 1957 | Besuch der Grundschule in Braunschweig |
| 1957 - 1966 | Besuch der Gaußschule Braunschweig, mathematisch-naturwissenschaftlicher Zweig |
| 12. 2.1966 | Abitur |
| 27. 5.1966 | Immatrikulation an der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin, Fachrichtung Zahnmedizin |
| 31. 7.1971 | zahnärztliche Prüfung bestanden |
| 16. 9.1971 | Eintritt als Wissenschaftlicher Assistent in die konservierende Abteilung der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin. |